



TUGAS AKHIR

**ANALISA RISIKO KESELAMATAN
DAN KESEHATAN KERJA PROYEK
RESERVOIR KREMBANGAN
SURABAYA MENGGUNAKAN
METODE FMECA (FAILURE MODE
AND EFFECT CRITICALITY
ANALYSIS)**

**ARIF RAHMAN HAKIM
NRP 3114 105 048**

DOSEN PEMBIMBING

SUPANI, ST., MT.

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



TUGAS AKHIR

ANALISA RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PROYEK RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE FMECA (FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALITY ANALYSIS)

**ARIF RAHMAN HAKIM
NRP 3114 1105 048**

DOSEN PEMBIMBING

SUPANI, ST., MT.

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT

ANALYZE THE RISK OF WORKPLACE ACCIDENTS IN THE IMPLEMENTATION Of RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA DEVELOPMENT PROJECTS USING METHOD FMECA (FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALY ANALYSIS)

**ARIF RAHMAN HAKIM
NRP 3114 1105 048**

SUPERVISIOR

SUPANI, ST., MT.

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA RISIKO KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PROYEK RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE FMECA (FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALITY ANALYSIS)

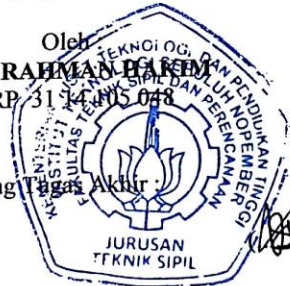
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Manajemen Kontruksi
Program S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
ARIF RAHMAN PRASEM
NRP 31141405048

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

SUPANI, ST., MT.



**SURABAYA
JANUARI, 2017**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas selesainya proposal Tugas Akhir. Proposal Tugas Akhir ini penulis susun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana teknik.

Proposal Tugas Akhir, bertujuan untuk memperoleh pengetahuan tentang Analisa Risiko Proyek Reservoir Krembangan Surabaya dengan Metode FMECA (failure mode effect and criticality analysis).

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan proposal Tugas Akhir ini. Sekalipun demikian penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar isi proposal Tugas Akhir ini memenuhi maksud dan tujuan yang penulis harapkan demi tercapainya suatu kesempurnaan yang diinginkan.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis tak lupa mengucapkan terimakasih kepada :

1. Supani, ST, MT. selaku dosen pembimbing Proposal Tugas Akhir.
2. Kedua Orang Tua dan Teman – teman.

Akhir kata, atas segala bantuan, bimbingan dan arahan dari semua pihak yang ikut membantu terselesaikannya Proposal Tugas Akhir ini, penulis ucapkan terima kasih.

Surabaya, Januari 2017

ANALISA RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PROYEK RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA MENGUNAKAN METODE FMECA (FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALY ANALYSIS)

Nama : Arif Rahman Hakim
NRP : 3114105048
Jurusan : Teknik Sipil FTSP – ITS
Dosen Pembimbing : Supani, ST, MT.

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja merupakan suatu permasalahan yang banyak menyita perhatian berbagai perusahaan terutama perusahaan yang bergerak dalam bidang konstruksi, karena permasalahan ini mencakup segi kemanusiaan, biaya dan pertanggung jawaban serta citra perusahaan itu sendiri. Tugas akhir ini direncanakan untuk menganalisa risiko kecelakaan kerja yang paling kritis pada pelaksanaan pembangunan proyek RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA.

Dalam penelitian ini menggunakan metode FMECA (Failure Mode and Effects Criticaly Analysis) untuk mengetahui risiko yang paling kritis dan sering terjadi dalam pembangunan proyek konstruksi. Setelah mengetahui risiko yang paling kritis, diidentifikasi dan diklarifikasi menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses pekerjaan. Metode ini

mengidentifikasi berdasarkan kejadian dan pengalaman yang telah lalu berkaitan dengan proses serupa. Hasil yang didapatkan dari beberapa variable kecelakaan kerja seperti efek buruk, frekuensi kejadian dan deteksi adalah angka prioritas kecelakaan tertinggi (RPN), dimana RPN didapatkan dari hasil kali beberapa variable risiko kecelakaan kerja.

Kata kunci : Manajemen Resiko, Failure Mode and Analysis Criticaly Effect (FMECA), Reservoir, K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

ANALYZE THE RISK OF WORKPLACE ACCIDENTS IN THE IMPLEMENTATION Of RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA DEVELOPMENT PROJECTS USING METHOD FMECA (FAILURE MODE AND EFFECT CRITICALY ANALYSIS)

Student : Arif Rahman Hakim
NRP : 3114105048
Department : Teknik Sipil FTSP – ITS
Supervisor : Supani, ST, MT.

ABSTRACT

Occupational Health and Safety is a problem that mainly seized the attention of companies which primarily engaged in the construction field since these issues include the humanitarian aspects, cost and accountability as well as the image of the company itself. Thus, this final project is planned to analyze the risk of workplace accidents in the implementation of RESERVOIR KREMBANGAN SURABAYA development projects.

This research is used the method of FMECA (Failure Mode and Effects Critically Analysis) to determine the risk of the most critical hazards and often occur in the development of construction projects. After knowing the hazards of the most critical risk, it is then identified and clarified by the magnitude of potential failure and its effect on the work process. This identification method

based on events and past experience related to similar process. Results obtained from a number of variables such as the ill effects of workplace accidents, frequency of occurrence and accident detection is the highest priority number (RPN), where RPN obtained from the product of several variables the risk of accidents.

Keywords: Risk Management, Failure Mode and Analysis Critically Effect (FMECA), Reservoir, K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	5
2.1.1 Proyek Konstruksi	5
2.1.2 Proyek Konstruksi Sipil	5
2.2 Manajemen Risiko	6
2.3 Metode Analisa Risiko	7
2.4 Tahap FMECA	7
BAB III METODOLOGI	
3.1 Konsep Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian	23
3.2.1 Variabel Penelitian	23
3.2.2 Populasi dan Sampel Penelitian	23
3.3 Teknik Pengambilan Data	24
3.3.1 Sumber Data	25
3.3.2 Survey Pendahuluan	26
3.4 Tahap Penelitian	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penelitian	29
4.1.1 Profil Kontraktor	29
4.1.2 Profil Proyek	30

4.1.3 Profil Responden	31
4.2 Analisa Respon Risiko FMECA	32
4.2.1 Survey Pendahuluan	36
4.3 Data Proyek Reservoir Krembangan	38
4.3.1 Network Planning Reservoir	38
4.3.2 Urutan Pekerjaan	39
4.3.2.1 Pekerjaan Persiapan	39
4.3.2.2 Pekerjaan Reservoir	41
4.3.2.3 Pekerjaan Rumah Pompa	49
4.3.2.4 Pekerjaan Sanitair	50
4.3.2.5 Pekerjaan Pompa Distribusi	51
4.3.2.6 Pekerjaan MEP	52
4.3.2.7 Landscape, Test dan Commissioning	53
4.4 Survey Utama	56
4.5 FMECA Efek buruk	56
4.6 FMECA Frekuensi	59
4.7 FMECA Deteksi	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	68
LAMPIRAN	
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Pareto	9
Gambar 2.2 Pendekatan FMECA	10
Gambar 2.3 Diagram Sebab Akibat	11
Gambar 3.1 Lokasi Proyek	22
Gambar 4.2 Pek. Persiapan	42
Gambar 4.3 Pek. Reservoir	44
Gambar 4.4 Visual Pengeboran Pile	46
Gambar 4.5 Visual Pembesian Bore Pile	47
Gambar 4.6 Visual Pengecoran Bore Pile	48
Gambar 4.7 Visual Galian Pile Cap	49
Gambar 4.8 Visual Potong Tiang Bore Pile	50
Gambar 4.9 Visual Cor Lantai Pile Cap	50
Gambar 4.10 Visual Pembesian dan Bekisting ...	51
Gambar 4.11 Visual Pengecoran Pile Cap	52
Gambar 4.12 Visual Pekerjaan Bronjong	53
Gambar 4.13 Pek Rumah Pompa	54
Gambar 4.14 Pek. Sanitair	55
Gambar 4.15 Pek. Rumah Pompa Distribusi	56
Gambar 4.16 Pek. MEP	57
Gambar 4.17 Landscape, Test, Commissioning ..	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Skala Keparahan	34
Tabel 4.2 Skala Kejadian	35
Tabel 4.3 Skala Deteksi	36
Tabel 4.4 Survey Pendahuluan	38
Tabel 4.5 FMECA Severity	61
Tabel 4.6 FMECA Frekuensi	65
Tabel 4.7 Frekuensi Kejadian	66
Tabel 4.8 FMECA Deteksi	69
Tabel 4.9 Perhitungan RPN	72
Tabel 5.1 Rekap Perhitungan RPN	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lembar Asistensi
Gambar Proyek Reservoir
Survey Pendahuluan
Survey Utama
Rekap RPN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

FMECA (Failure Modes and Effects Criticaly Analysis) merupakan prosedur yang dilakukan setelah analisis kegagalan efek modus untuk mengklasifikasikan setiap efek potensi kegagalan menurut tingkat keparahan dan probabilitas kejadian (Marz dan Hubber 2002). Metode ini adalah metode yang digunakan untuk mengukur dan menganalisa keaman dari suatu produk atau proses. Input dari FMECA adalah tingkat keparahan, frekuensi kejadian dan deteksi. Output dari FMECA adalah risk priority number dengan nilai tertinggi (Tancel dan Allpan 2010).

Proyek yang akan digunakan sebagai objek studi adalah proyek pembangunan Ground Reservoir di Krembangan SURABAYA. Reservoir adalah Bak penampung atau lebih tepatnya Ground Reservoir berfungsi sebagai penampung/penyimpan air, baik dari hasil olahan (jika menggunakan pengolahan) maupun langsung dari sumber mata air. Selain itu, bak penampung berfungsi untuk mengatasi masalah naik turunnya kebutuhan air dan merupakan bagian dari pengelolaan distribusi air di masyarakat.

Proyek Pembangunan reservoir krembangan mendapatkan supply instalasi karang pilang dan

ngagel untuk menambah tekanan ke pelanggan di zona 3, volume reservoir sekarang 1600 m³ akan ditambah menjadi 2000 m³ sehingga pelayanan kepada pelanggan menjadi lebih baik. Manfaatnya secara teknis adalah untuk meningkatkan pelayanan dan membuat operasi pompa menjadi lebih optimal. Dengan adanya reservoir krembangan maka debit yang akan disuplai ke zona 3 akan bertambah sehingga pemakaian air pelanggan bertambah dan pendapatan perusahaan meningkat. Biaya untuk pekerjaan ini diambil dari rencanan anggaran biaya tahun 2016 dengan perkiraan mencapai 16 milyar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menganalisa risiko kecelakaan kerja yang paling kritis dan sering terjadi nantinya pada proyek pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya menggunakan metode FMECA.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan beberapa hal, antara lain :

1. Mengidentifikasi risiko – risiko kecelakaan kerja yang paling kritis pada kegiatan proyek Pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya menggunakan metode FMECA.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan ini bias lebih terarah dan sistematis, maka penulisan Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut :

1. Dalam tugas akhir ini proyek dan objek yang ditinjau Ground Reservoir Krembangan Surabaya
2. Metode yang digunakan adalah Failure Modes and Effects Critically Analysis untuk mengetahui item pekerjaan yang paling berisiko tinggi.
3. Hanya membahas resiko - resiko kecelakaan kerja pada kegiatan pembangunan proyek Ground Reservoir Krembangan Surabaya
4. Variablel resiko merupakan hasil dari resiko teknis yang paling dominan yang ada pada item pekerjaan.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diambil dari penyusunan proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui risiko kecelakaan kerja yang mempunyai nilai paling kritis dengan menggunakan metode FMECA.
2. Mengidentifikasi awal item pekerjaan yang mempunyai risiko kecelakaan paling kritis sebelum proyek berjalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

2.1.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu. Proyek konstruksi selalu memerlukan sumber daya yaitu manusia, material, mesin, metode pelaksanaan, uang, informasi dan waktu. (Prasko, 2012).

2.1.2 Proyek Konstruksi Teknik Sipil

Proyek konstruksi teknik sipil merupakan proses penambahan insfrastruktur pada suatu lingkungan terbangun. Pemilik (owner) biasanya pemerintah baik pada tingkat daerah maupun nasional. Pada proyek ini desain, finansial dan pertimbangan hokum penting walaupun proyek ini bersifat non profit dan mengutamakan pelayanan masyarakat. Contoh proyek konstruksi yang termasuk antara lain jalan raya, rel, bendungan, reservoir dan lain sebagainya. (Prasko, 2012).

2.2 Manajemen Resiko

Resiko yang merugikan adalah factor penyebab terjadinya kondisi yang tidak diharapkan (unexpected

condition) yang dapat menimbulkan kerugian, kerusakan, atau kehilangan (salim 1993). Pengertian resiko dalam konteks proyek adalah kemungkinan terjadinya suatu kondisi yang tidak menguntungkan sebagai akibat dari hasil keputusan yang diambil atau kondisi lingkungan diproyek yang berdampak pada waktu, biaya dan kualitas proyek.

Kegiatan – kegiatan dalam menghadapi proyek dikenal sebagai suatu golden role. Jangan mengambil resiko :

- a. Organisasi atau perusahaan yang bersangkutan tidak mampu menanggungnya
- b. Masih tersedia sejumlah alternative
- c. Manfaat yang didapat lebih kecil dari resiko yang diambil.
- d. Belum ada rencana untuk mengatasi resiko yang akan timbul

Sehingga resiko hanya boleh diambil bila potensi manfaat dan kemungkinan keberhasilannya lebih besar daripada biaya yang diperlukan untuk mengatasi resiko yang timbul akibat kegagalan yang akan terjadi. Hubungan dengan proyek adalah sebagai dampak kumulatif terjadinya ketidakpastian yang berdampak negative pada proyek. (Imam, 2012).

2.3 Metode Dalam Analisa Resiko

Metode FMECA (failure mode and effect critically analysis) adalah metode yang digunakan untuk mengukur dan menganalisa keamanan dari suatu

produk atau proses (proyek). FMECA merupakan alat yang digunakan untuk pengelolaan resiko yang memiliki kualitas terhadap batas penerapan system keamanan yang lengkap.

Resiko adalah ukuran dari kombinasi konsekuensi modus kegagalan dan kemungkinan kejadian kegagalan tersebut pada system. Hasil perhitungan resiko terbesar menjadi prioritas kegagalan yang paling utama untuk direncanakan perbaikannya. (Blanchard, 1994).

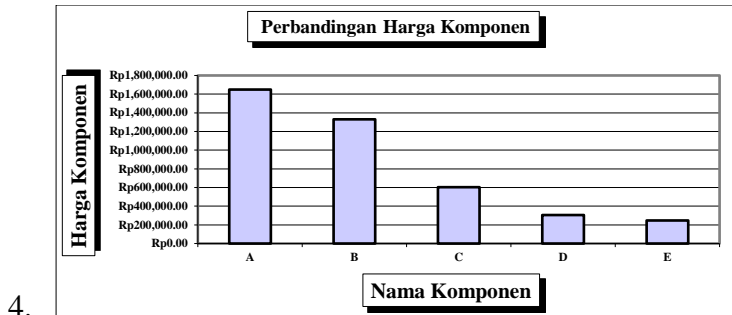
2.4 Tahap – Tahap FMECA

FMECA dimulai dengan tahap konseptual dan persiapan, desain ketika system tersebut dianalisa lebih dari suatu perspektif fungsional. Untuk memaksimalkan efektifitas, bagaimanapun analisa perlu meningkatkan setiap informasi tambahan yang tersedia untuk sebuah analisa, itu mencerminkan semua perubahan desain dan dampaknya pada keseluruhan system. Adapun langkah langkah dalam melaksanakan FMECA adalah sebagai berikut :

1. Penggambaran kebutuhan system (produk/proses). Untuk beberapa produk atau proses itu sangat penting tidak hanya untuk tujuan keinginan tetapi juga ketidakinginan terhadap hasil keluaran, apa yang harus dipenuhi oleh produk atau proses dan pada akhirnya kebutuhan tersebut akan kembali meninggalkan jejak yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi dan kebutuhan pelanggan.

2. Pemenuhan analisis fungsional. Melibatkan pendefinisian sisten pada fungsi terminology. System fungsional biasanya menggunakan symbol yang representative seperti diagram alir fungsional.
3. Pemenuhan alokasi kebutuhan, ini adalah naik turunya kerusakan system ukuran kebutuhan untuk beberapa kesatuan fungsional (produk/proses) dalam system hirarki fungsional. Ini sangat penting untuk mengidentifikasi pencapaian, performa, efektifitas, masukan atau keluaran, kecepatan dan factor lain masing masing blok fungsional.

Contoh diagram pareto dapat dilihat pada gambar 2.1. berikut:



Gambar 2.1. Diagram Pareto
Sumber : Gandana, 2002.

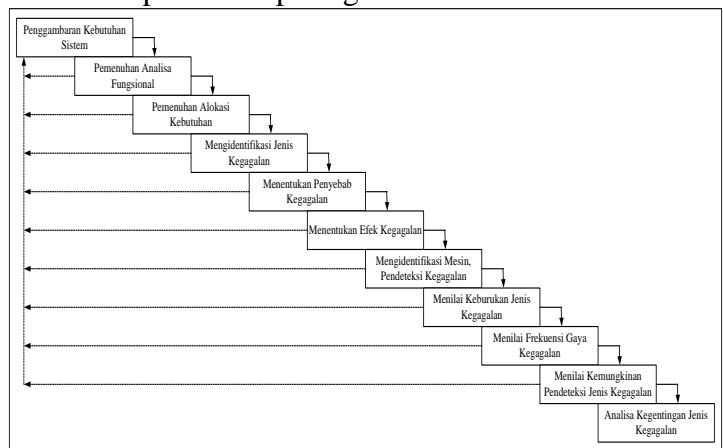
Diagram pareto adalah suatu diagram berupa anak tangga yang mempunyai fungsi untuk menentukan dan melihat perbedaan tingkat prioritas dari beraneka masalah yang akan dipecahkan. Dengan memakai diagram tersebut dapat terlihat masalah mana yang dominan dan tentunya kita dapat mengetahui prioritas masalah penyelesaiannya.

Adapun fungsi dari diagram pareto ini adalah :

- Menunjukkan masalah utama yang dominan dan kritis
- Menyatakan perbandingan masing – masing persoalan terhadap keseluruhan masalah
- Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah yang terbatas

- Menunjukkan perbandingan masing – masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan

Mengidentifikasi jenis kerusakan pada konteks analisis ini, jenis kerusakan mempunyai arti dimana system dari sebuah elemen gagal untuk memenuhi fungsinya. Sebagai contoh gagal mengantisipasi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh manusia. Pendekatan umum pelaksanaan FMECA dapat dilihat pada gambar 2.2. berikut:

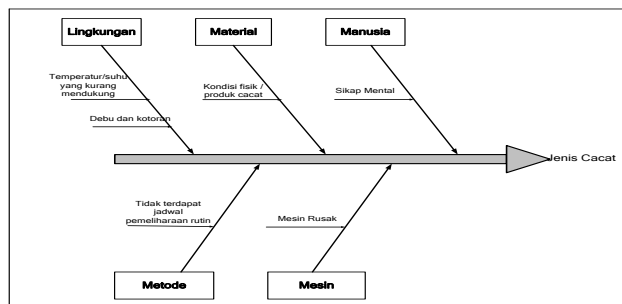


Gambar 2.2. Pendekatan Umum Pelaksanaan FMECA

Sumber : Blanchard, 1994.

4. Menentukan penyebab dari kerusakan analisis ini melibatkan seluruh proses atau produk yang dibutuhkan untuk membatasi penyebab

kerusakan pada umumnya. FMECA dilaksanakan untuk memfasilitasi proses identifikasi dari kumpulan penyebab potensial yang lainnya. Ketika pengalaman dengan system serupa mengalami keterbatasan yang lebih untuk memenuhi langkah – langkah pada proses analisis, teknik seperti diagram sebab dan akibat juga dikenal sebagai diagram tulang ikan, dapat membuktikan efektifitas yang tinggi untuk menggambarkan penyebab potensial untuk setiap kerusakan. Contoh diagram sebab akibat dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Digaram Sebab Akibat,
(Blanchard, 1994).

Adapun langkah - langkah dalam pembuatan diagram sebab akibat :

- Menentukan masalah atau karakteristik mutu yang akan diperbaiki pada tulang kepala ikan

- b. Menuliskan karakteristik mutu pada sisi kanan. Gambarkan tanda panah besar dari sisi kiri ke sisi kanan
 - c. Menuliskan factor – factor utama dari kerusakan yang akan diperbaiki pada cabang anak panah
 - d. Menuliskan subfaktor kerusakan secara terperinci pada masing – masing cabang sehingga berbentuk ranting – ranting cabang
5. Menentukan efek dari kerusakan, dampak kegagalan sering terjadi dalam beberapa cara, efektifitas dan pencapaian tidak hanya berhubungan dengan unsur fungsional tetapi juga keseluruhan system. Ketika melaksanakan FMECA sangat penting mempertimbangkan efek kegagalan pada level berikutnya, mengukur kesatuan fungsional dengan dampak pada keseluruhan system. Pada posisi lain sangat penting menganalisa suatu proses untuk menunjukkan kegagalan yang mempengaruhi sebuah proses.
6. Menilai keburukan dari jenis kerusakan. Pada konteks ini analisis berhubungan dengan efek atau akibat kerusakan pada umumnya. Mengidentifikasi kerusakan yang berarti proses dengan orientasi FMECA, menunjuk pada pengendalian aliran proses yang bias mendeteksi terjadinya kegagalan atau cacat. Tujuan dari pengklarifikasian efek kerusakan dapat dibagi menjadi 4 jenis kerusakan, yaitu :

- a. Akibat Kecelakaan. Sebuah kerusakan yang dapat mengakibatkan hilangnya sebuah kehidupan dan kerugian terhadap suatu system yang lengkap
- b. Kritis. Kerusakan yang berpotensi menyebabkan kerugian yang serius dan system kerusakan yang signifikan dan kehilangan dari system fungsional
- c. Marginal. Kerusakan yang bisa menyebabkan kerugian personil, system kerusakan dan degradasi system fungsional.
- d. Minor. Kerusakan yang tidak cukup menyebabkan kerugian secara personil atau system, tetapi menghasilkan kebutuhan terhadap beberapa pemeliharaan korektif.

Table 2.1. Tingkat keburukan jenis kerusakan, frekuensi dan deteksi probabilitas.

a. Efek Buruk		Skala
<u>Minor/ Sangat rendah;</u> Tidak Memberikan alasan bahwa harapan terhadap alam sebagai pelengkap ini mempunyai banyak efek pada sistem performansi. Pelanggan mungkin saja tidak menerima kegagalan.	1	2
	2	
<u>Low/ Rendah;</u> Tingkat keburukan rendah untuk penyebab kerusakan alam, hanya melalaikan gangguan pelanggan. Pelanggan mungkin hanya sedikit melihat keburukan pada sistem performansi.	3	4
	4	
<u>Moderate/ Sedang;</u> Penyebab kerusakan adalah ketidakpuasan pelanggan. Pelanggan membuat ketidaknyamanan/ gangguan terhadap kerusakan pelanggan akan melihat keburukan pada sub-sistem performansi.	5	6
	6	
<u>High/ Tinggi;</u> Tinggi berarti ketidakpuasan pelanggan terhadap kerusakan seperti sistem yang tidak bisa dioperasikan, bagaimana tidak, keamanan sistem dilanggar atau gagal memenuhi sesuatu sesuai dengan peraturan pemerintah.	7	8
	8	
<u>Very high/ Sangat tinggi;</u> Tingkat keburukan ketika jenis kerusakan yang potensial mempengaruhi keamanan fungsi sistem atau penyebab kegagalan memenuhi sesuatu sesuai peraturan pemerintah	9	10
	10	
b. Frekuensi Kejadian Jenis Kegagalan	Tingkat	Probabilitas Kerusakan
<u>Remote/ Sangat rendah;</u> Kerusakan yang tidak disukai	1	<1 in 10 ⁶
<u>Low/ Rendah;</u> Sedikit kerusakan yang relatif	2	1 in 20.000
	3	1 in 4.000

<u>Moderate/ Sedang</u> ; Kerusakan sesekali	4	1 in 1.000
	5	1 in 400
	6	1 in 80
<u>High/ Tinggi</u> ; Kerusakan berulang	7	1 in 40
	8	1 in 20
<u>Very high/ Sangat tinggi</u> ; Kerusakan yang hampir tidak bisa diacuhkan/ dibiarkan	9	1 in 8
	10	1 in 2
c. Deteksi Probabilitas		Tingkat
<u>Very high/ Sangat tinggi</u> ; Perancangan verifikasi atau arus proses pengendalian hampir mendeteksi jenis kerusakan yang potensial secara pasti		1 2
<u>High/ Tinggi</u> ; DV atau PCs sekarang mempunyai kesempatan yang baik untuk mendeteksi jenis kerusakan yang potensial		3 4
<u>Moderate/ Sedang</u> ; DV atau PCs sekarang dapat mendeteksi jenis kerusakan yang potensial.		5 6
<u>Low/ Rendah</u> ; DV atau PCs sekarang tidak menyukai/ memilih jenis kerusakan yang potensial.		7 8
<u>Very low</u> ; DV atau PCs sekarang mungkin tidak akan mendeteksi Jenis Kerusakan yang Potensial.		9
<u>Absolute certainty of nondetection</u> ; Kepastian bukan pendeteksi yang mutlak DV atau PCs sekarang tidak bisa mendeteksi jenis kerusakan yang potensial.		10

Sumber : Blanchard, 1994.

7. Menilai frekuensi dari jenis kerusakan, ini memberikan fungsi atau komponen fisik dimana sebuah sistem yang sering mengalami kerusakan. Langkah ini ditujukan pada frekuensi jenis kerusakan secara individual. Pada dasarnya jumlah dari frekuensi untuk sebuah elemen sistem harus sebanding dengan

nilai kerusakannya. Standar Pengukuran MIL-STD 1629A, ada dua tujuan pendekatan, pertama secara kualitatif dan kuantitatif, ini bertujuan untuk menentukan frekuensi jenis kerusakan. pendekatan kualitatif hanya merekomendasikan kerusakan yang spesifik. Tabel berikut menjelaskan peringkat kualitatif terhadap kerusakan, jenis kerusakan FMECA, sebagai performansi dimana sebuah industri otomotif meningkatkan peringkat frekuensi jenis kerusakan pada skala 1-10.

Tabel 2.2. Tingkat Kualitatif Probabilitas Kerusakan

Tingkat	Nama dan Penjelasan
A	<i>Frequent/ sering</i> ; Probabilitas yang tinggi dari suatu kejadian masing-masing operasi komponen. Probabilitas tinggi dapat berarti sebagai probabilitas jenis kerusakan yang lebih besar dari 0,20 dari keseluruhan probabilitas kerusakan komponen.
B	<i>Reasonably</i> ; Probabilitas tingkat sedang dari suatu kejadian masing-masing operasi, kemungkinan pada konteks ini berarti probabilitas jenis kerusakan satu komponen lebih dari 0,10 tapi kurang dari 0,20 dari keseluruhan probabilitas kerusakan komponen.
C	<i>Occasional</i> ; Probabilitas kejadian dari masing-masing operasi komponen berarti probabilitas jenis kerusakan tunggal lebih dari 0,01 dari keseluruhan probabilitas masing-masing jenis kerusakan.

D	<i>Romote</i> ; Probabilitas yang tidak disukai dari suatu kejadian masing-masing operasi komponen probabilitas ini berarti probabilitas jenis kerusakan tunggal lebih dari 0,001 tapi lebih rendah dari 0,01 dari keseluruhan probabilitas dari kerusakan komponen.
E	<i>Extremely unlikely/ sangat tidak disukai</i> ; Jenis kerusakan yang probabilitas kejadian terhadap masing-masing operasi komponen. Sangat tidak disukai ini memiliki arti probabilitas kerusakan tunggal kurang dari 0,001 dari keseluruhan probabilitas kerusakan komponen.

Sumber : Blanchard , 1994.

8. Menilai probabilitas kerusakan yang akan dideteksi, ini berhubungan dengan probabilitas dimana sebuah perancangan dan prosedur verifikasi akan mendeteksi jenis kerusakan yang potensial pada waktu yang sesuai pada sistem. Tingkat kerusakan kerusakan pada analisis ini memiliki orientasi terhadap proses tertentu disuatu tempat yang akan mendeteksi posisi dan mengelompokkan kerusakan sebelum dikirim dan diproses kembali hingga berakhir dikonsumsi.
9. Menganalisa jenis kerusakan kritis, objek pada langkah ini memperkuat informasi yang dihasilkan sampai sekarang. Pada usaha untuk membuat sket pada aspek kritis lainnya pada perancangan sistem kekritisannya pada konteks analisis ini adalah fungsi dari frekuensi dari jenis kerusakan, keburukan dan

probabilitas yang akan dideteksi pada suatu waktu untuk menghalangi dampak pada pengukuran sistem.

Pada sisi komersil dari spektrum terutama pada industri otomotif, penggunaan dibuat dari suatu metrik jumlah prioritas resiko atau *RPN*, yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$RPN = (\text{Tingkat Keburukan}) \times (\text{Tingkat Frekuensi}) \times (\text{Tingkat Probabilitas dan Tingkat Deteksi})$$

RPN berupaya merefleksikan jenis kerusakan kritis, pada dasarnya jenis kerusakan dengan frekuensi tinggi dengan dampak yang signifikan dengan sistem performansi dan sangat sulit untuk dideteksi karena memiliki tingkat *RPN* yang sangat tinggi, karena itulah disebut kekritisan tingkat tinggi. Berikut adalah contoh dari Proses FMECA dari suatu Komponen kritis. (Blanchard, 1994).

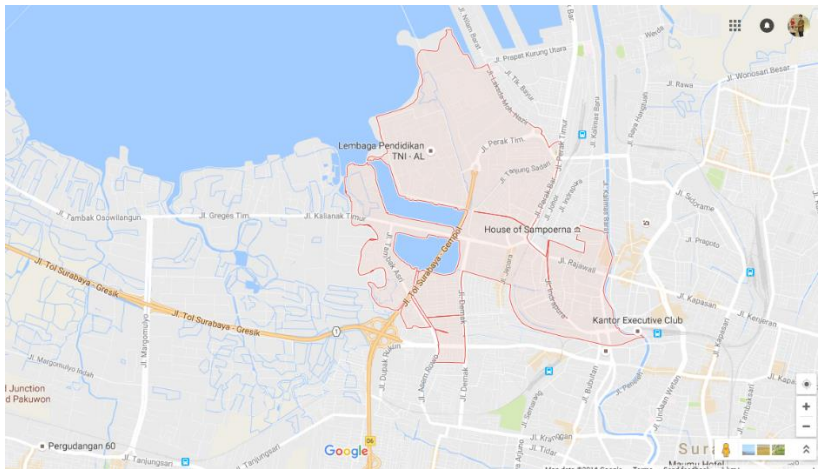
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Adalah studi kasus yang mengidentifikasi dan menganalisa resiko kecelakaan kerja yang terjadi pada proyek Pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa resiko kecelakaan kerja yang paling sering terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Failure Mode and Effect Critically Analysis. Penguraian metode FMECA sebagai berikut :

1. Mengetahui proses pekerjaan Pembangunan Proyek Reservoir Krembangan Surabaya.
2. Mengidentifikasi resiko kesehatan dan keselamatan kerja setiap proses dari pekerjaan dengan metode FMECA secara survey dan kuisioner.
3. Menilai kecelakaan kerja berdasarkan pengalaman yang telah ada.
4. Mengevaluasi item pekerjaan yang paling sering muncul dan menimbulkan risiko kecelakaan yang tinggi.



**Gambar 3.2 Lokasi Pekerjaan Proyek Pembangunan
Reservoir Kremlangan Surabaya**

**Uraian pekerjaan Proyek Pembangunan Reservoir
Kremlangan Surabaya :**

- a. Pekerjaan persiapan
- b. Pekerjaan reservoir
- c. Pekerjaan rumah pompa dan rumah sambungan
- d. Pekerjaan sanitair
- e. Pekerjaan pompa distribusi
- f. Perapian dalam dan diluar rumah pompa
- g. Mekanikal elektrikl dan plumbing
- h. Pekerjaan landscape
- i. Pekerjaan test dan commissioning

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Variabel Penelitian

Dari studi literature diperoleh variable – variable resiko kecelakaan kerja yang biasa terjadi pada proyek Konstruksi Sipil yang akan dijadikan identifikasi awal pada survey yang akan dilakukan. Variable penelitian terlihat dari pengalaman yang ada sebelumnya.

Tabel 3.1 Variabel

No	Variabel	Refrensi
A	Risiko Kondisi Lokasi	
1	Bencana alam	Dey,K.P,2002.
2	Cuaca yang tidak menentu	Enhaasi dan Mohamed dan Musa, 2008
B	Risiko Material dan Peralatan	
3	Kerusakan peralatan	Shen dan Wu dan Catherine, 2001
4	Kualitas material yang buruk	Shen dan Wu dan Catherine, 2001
C	Risiko Tenaga Kerja	
5	Tenaga kerja kurang kualitas	Zavadskas dan Turkish dan Tamosaitiene, 2009
6	Perselisihan antar pekerja di proyek	Zavadskas dan Turkish dan Tamosaitiene, 2009
7	Terjadinya kecelakaan ditempat kerja	Zavadskas dan Turkish dan Tamosaitiene, 2009
D	Risiko Pelaksanaan	
8	Prosedur keselamatan buruk	Enhaasi dan Mohamed dan Musa, 2008
9	Kualitas pekerjaan dan keterbatasan waktu	Enhaasi dan Mohamed dan Musa, 2008
E	Risiko Manajemen	
10	Kurangnya pengolahan sumber daya	Enhaasi dan Mohamed dan Musa, 2008
11	Kurang komunikasi antar anggota proyek	Enhaasi dan Mohamed dan Musa, 2008

3.3 Teknik Pengumpulan Data

3.3.1 Sumber Data

1. Data Primer, berupa data potensi bahaya yang diperoleh melalui observasi dilapangan, wawancara atau Tanya jawab penyebaran kuisioner.
2. Data Sekunder, diperoleh langsung dari perusahaan kontraktor. Data – data yang diperoleh juga akan dibandingkan dengan variable resiko yang berasal dari studi literature dan historical data proyek sejenis bangunan air.

3.3.2 Survey Pendahuluan

Survey ini dilakukan untuk mendapatkan variable dari resiko kecelakaan kerja yang terjadi pada proyek Pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya untuk ditambahkan dan digabungkan pada variable studi literatur yang ada.

3.3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari hasil proyek Pembangunan Reservoir dengan wawancara, pengamatan langsung mengenai K3 diproyek dan penyebaran kuisioner.

3.3.4 Langkah Penelitian

- **Identifikasi Resiko**
Dilakukan melalui studi literatur, wawancara, observasi dilapangan dan

penyebaran kuisisioner yang akan masuk dalam form kuisisioner

- Analisa Resiko

Memperkirakan terjadinya suatu resiko dan dampak dari resiko tersebut.

Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penyebaran kuisisioner dari identifikasi resiko
2. Wawancara
3. Penilaian resiko dan dampaknya yang akan terjadi melalui metode FMECA
4. Penyebab resiko yang paling dominan melalui metode FMECA

- Respon Resiko

Langkah ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana respon yang dilakukan terhadap suatu resiko yang terjadi. Jenis jenis respon resiko sebagai berikut :

1. Menghindari Resiko
2. Menerima Resiko
3. Melimpahkan dan Mengurangi Resiko

- Analisa Data

1. Masalah yang akan dibahas menggunakan metode FMECA (failure mode and effect critically analysis). Berikut proses dalam melakukan analisa data :

- a. Identifikasi Prodes Resiko

Menggambarkan kegiatan proyek mulai dari pekerjaan yang akan dilakukan analisa resiko kecelakaan kerja.

b. Tahapan Proses FMECA

1. Penggambaran kebutuhan system atau produk
2. Pemenuhan analisis fungsional
3. Pemenuhan alokasi kebutuhan
4. Mengidentifikasi jenis kerusakan
5. Menentukan penyebab dari kerusakan
6. Menentukan efek dari kerusakan
7. Menilai keburukan dari jenis kerusakan

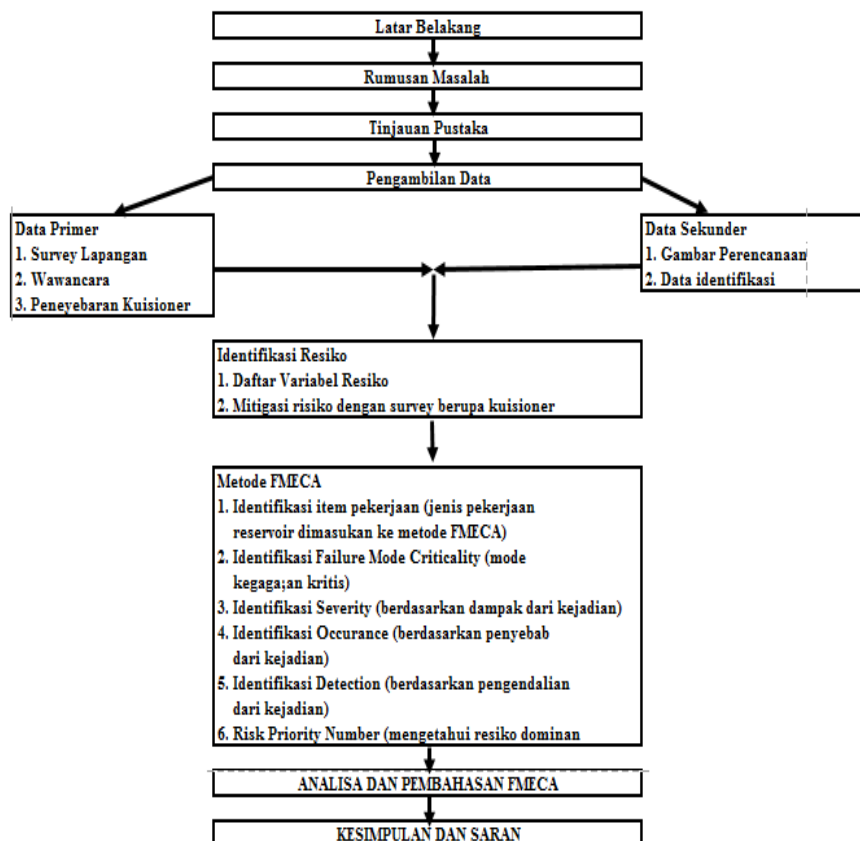
Berdasarkan penelitian pengolahan data yang dibahas menggunakan metode FMECA.

Menentukan tingkan kepentingan resiko (RPN) dengan menghitung nilai RPN sebagai berikut :

- Severity (S)
- Severity X Occurrence (S X O)
 - Criticality
- Severity X Occurrence X Detection
(S X O X D) = RPN

Hasil dari kepentingan resiko yang paling besar atau RPN yang paling kritis akan digunakan sebagai input untuk tahapan metode FMECA.

3.4 Tahap Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Aliran Penelitian

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Analisa dan pembahasan yang akan dibahas dalam bab 4 proyek ini mengenai tentang profil perusahaan kontraktor, profil proyek dan profil responden. Profil perusahaan yang menangani proyek Reservoir Krembangan adalah PDAM SURYA SEMBADA sebagai pemilik juga sekaligus kontraktor utama. Profil responden dalam penelitian ini adalah project manager, safety officier, staff teknik dan staff lapangan.

4.1.1 Profil Perusahaan Kontraktor

Perusahaan kotraktor yang menangani proyek Pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya adalah PDAM SURYA SEMBADA merupakan salah satu perusahaan daerah yang Bergerak dibidang pelayanan air untuk kebutuhan sehari-hari terhadap masyarakat. Perusahaan ini memiliki visi yaitu tersedianya air minum yang cukup bagi pelanggan melalui perusahaan air minum yang mandiri, berwawasan global dan terbaik di Indonesia. Dan salah satu misinya adalah melakukan usaha lain bagi kemajuan perusahaan dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan social kemasyarakatan.

PDAM adalah salah satu perusahaan yang mampu menunjukan kemampuannya dibidang konstruksi terutama bangunan air melalui pengalaman yang dibuktikan dengan proyek bangunan air sebelumnya. Keberhasilan yang didapat tidak lepas dari dukungan dan

peran aktif dari masyarakat sendiri, untuk itu PDAM berperan dalam mengembangkan program sumbangsih dalam perekonomian negara.

4.1.2 Profil Proyek

Reservoir Krembangan Surabaya merupakan proyek bangunan air yang dikerjakan langsung oleh PDAM SURYA SEMBADA. Rervoir ini mempunyai luas bangunan 1752 m² dan luas lahan 12478 m² dengan volume debit air 2000 m³, dimana terdapat pembangunan rumah pompa tambahan yang dapat menyuplai air hanya 16 menit dari krembangan ke area karang pilang dan ngagel. Lokasi proyek lebih tepatnya pada Jl. Tanjung Sadari No.180-182, Morokrembangan, Krembangan, Kota SBY, Jawa Timur 60178.

Tujuan pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya ini adalah memenuhi jumlah kebutuhan air yang semakin meningkat dan kecepatan air yang lambat saat menyuplai rumah-rumah masyarakat sekitar lebih utamanya masyarakat daerah ngagel dan karang pilang. Lingkup pekerjaan dimulai dari pekerjaan persiapan yaitu pengukuran dan pemetaan, pekerjaan infrastruktur, pekerjaan struktur dan finishing.

4.1.3 Profil Responden

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuisioner kepada beberapa responden.

Responden pada penelitian ini adalah pihak-pihak yang bekerja dikonstraktor dan memiliki pengalaman mengerjakan proyek sebelumnya. Berikut adalah profil dari masing – masing responden.

1. Project Manager

Bapak Erik Horman, B.eng sebagai project manager. Memiliki pengalaman sebagai kontraktor kurang lebih 20 tahun dan memiliki latar belakang lulusan Sydney University. Dalam memenuhi data yang diperlukan pada Tugas Akhir ini, beliau membantu memberikan informasi mengenai proyek Reservoir Krembangan Surabaya dan tingkat skala risiko yang terjadi dilapangan.

2. Site Manager

Bapak Marlin Derby, ST sebagai site manager pada proyek ini. Memiliki pengalaman kerja mengenai proyek kurang lebih 15 tahun. Dalam memenuhi data yang diperlukan dalam tugas akhir ini, beliau membantu memberikan informasi dan memberikan skala risiko yang terjadi dilapangan bersama staff safety engineering.

3. Site Engineer

Ibu Christine Zhao, ST. Menjabat sebagai engineer utama yang memiliki pengalaman bekerja kurang lebih 10 tahun. Beliau juga membantu memberikan informasi site plan yang kemungkinan terjadinya kecelakaan yang sering timbul nantinya pada lokasi proyek tersebut.

4. Staff Safety Engineer

Bapak Nurul Hadi, Amd. Menjabat sebagai kepala K3 pada proyek ini, beliau memiliki pengalaman bekerja pada proyek konstruksi terutama dibidang K3 kurang lebih 15 tahun. Beliau membantu memberikan informasi dan cara pencegahan kecelakaan kerja nantinya. Peran penting beliau sangat berpengaruh terhadap jadwal proyek, karena kecelakaan yang terjadi akan memiliki dampak pada kelancaran suatu proyek jika tidak segera ditangani secepat mungkin.

4.2 Analisa Respon Risiko dengan Metode FMECA

Metode FMECA ini dilakukan untuk menganalisa risiko yang memiliki kualitas terhadap batas keamanan system yang lengkap. Teknik ini menyediakan analisa risiko untuk perbandingan satu item pekerjaan terhadap penyebab kegagalan yang dapat dihindari.

Pada saat dilakukanya penyebaran kuisisioner penilaian risiko yang diisi oleh beberapa responden, peneliti menyertakan skala penilaian risiko untuk membantu responden dalam penelitian risiko di tiap variable kegagalan risiko.

a. Menganalisa efek buruk (severity)

Efek buruk dianalisa dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keparahan yang terjadi di tiap-tiap kegagalan risiko yang muncul di proyek. Efek buruk ini berdasarkan dampak yang terjadi dari mode kegagalan di tiap lingkup pekerjaan. Skala

keparahan dengan nilai 1-10 dengan tujuan untuk mempermudah responden mengisi kuisioner.

Table 4.1 Skala Keparahannya (severity)

Efek Buruk		Skala
Minor / Sangat rendah	Pekerjaan mungkin saja tidak terjadi efek kegagalan	1
		2
Low / Rendah	Dampak buruk rendah untuk kerusakan alam dan hanya pada sistem	3
		4
Moderate / Sedang	Penyebab kerusakan dengan ketidak puasaan / gangguan pada sistem	5
		6
High / Tinggi	Kerusakan terhadap sistem yang tidak bisa dioperasikan / gagal	7
		8
Very High / Sangat Tinggi	Kerusakan potensial mempengaruhi keamanan sistem	9
		10

Sumber : Benjamin, 1994.

b. Menganalisa tingkat kejadian (frekuensi)

Tingkat kejadian terjadinya kegagalan bertujuan untuk mengetahui tingkat kejadian yang terjadi di setiap item pekerjaan berisiko yang terdapat pada proyek. Keparahannya ini berdasarkan dampak yang terjadi dari mode kegagalan di tiap lingkup pekerjaan. Skala keparahannya dengan nilai 1-10 dengan tujuan untuk mempermudah responden mengisi kuisioner.

Tabel 4.2 Skala Kejadian (frekuensi)

Frekuensi Kejadian Jenis Risiko		Skala
Remote / Sangat rendah	Kerusakan yang tidak disukai	1
Low / Rendah	Sedikit kerusakan yang relatif	2
		3
Moderate / Sedang	Kerusakan sesekali	4
		5
		6
High / Tinggi	Kerusakan berulang	7
		8
Very High / Sangat Tinggi	Kerusakan yang tidak bisa diacuhkan dan dibiarkan	9
		10

Sumber : Benjamin, 1994.

c. Menganalisa tingkat deteksi (detection)

Keparahan ini berdasarkan penanggulangan yang terjadi dari mode kegagalan di tiap item pekerjaan. Adapun kriteria skala deteksi (detection) dari tiap kegagalan sebagai berikut :

Tabel 4.3 Skala Deteksi (detection)

Deteksi Probabilitas		Skala
Very High / Sangat Tinggi	Proses pengendalian hampir mendeteksi jenis kerusakan yang potensial	1
		2
High / Tinggi	Mendeteksi kesempatan baik jenis kerusakan yang terjadi	3
		4
Moderate / Sedang	Hanya mendeteksi jenis kerusakan	5
		6
Low / Rendah	Tidak mendeteksi jenis kerusakan yang potensial	7
		8
Very Low / Sangat Rendah	Mungkin tidak mendeteksi jenis kerusakan yang potensial	9
Absolute Non Detection	Tidak bisa mendeteksi	10

Sumber : Benjamin, 1994.

- d. Perhitungan nilai RPN (Risk Priority Number)
- Hasil dari identifikasi risiko yang bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko yang paling kritis dengan memperhatikan beberapa macam skala risiko. Metode untuk menentukan tingkat risiko paling kritis dengan metode FMECA menggunakan RPN (Risk Priority Number). Dimana nilai RPN diperoleh dari perkalian antara skala severity, frekuensi dan deteksi. Dari nilai RPN yang paling kritis tersebut akan diidentifikasi sumber penyebab yang ditimbulkan dari masing-masing variable risiko kritis.

4.2.1 Survey Pendahuluan

Analisa dari survey pendahuluan dilakukan penilaian dari responden. Berupa tanda centang (v) pada kuisisioner survey. Apabila yang diberikan responden pada kolom relevan berarti variable tersebut mungkin terjadi pada pelaksanaan proyek dan sebaliknya. Berikut adalah hasil survey pendahuluan.

Tabel 4.4 Survey Pendahuluan

No	Aktivitas	Potensi Risiko	Relevan	Tidak Relevan
1	Pekerjaan persiapan	a. Lokasi banjir	V	
		b. Longsor	V	
		c. Tertimpa alat berat	V	
		d. Tabrakan antar alat berat	V	
		e. Asap alat berat terhirup oleh pekerja	V	
2	Pekerjaan reservoir	a. Tertimpa alat berat	V	
		b. Seling dari bore pile putus	V	
		c. Alat berat tertimpa longsor saat galian	V	
		d. Terkena tumpahan beton	V	
		e. Tersengat listrik dari vibrator, saat pengecoran	V	
		f. Bekisting berserakan saat pengecoran	V	
		g. Tertancap paku saat pek. Bekisting	V	
		h. Tertimpa bekisting yang jebol saat pengecoran	V	
3	Pekerjaan rumah pompa	a. Tertimpa material pancang	V	
		b. Terkena tumpahan cor beton	V	
		c. Tergores gerinda saat pekerjaan keramik	V	
		d. Tersengat listrik saat pengeboran pemasangan kusen pintu jendela	V	
		e. Terpapar cat saat proses pengecatan	V	

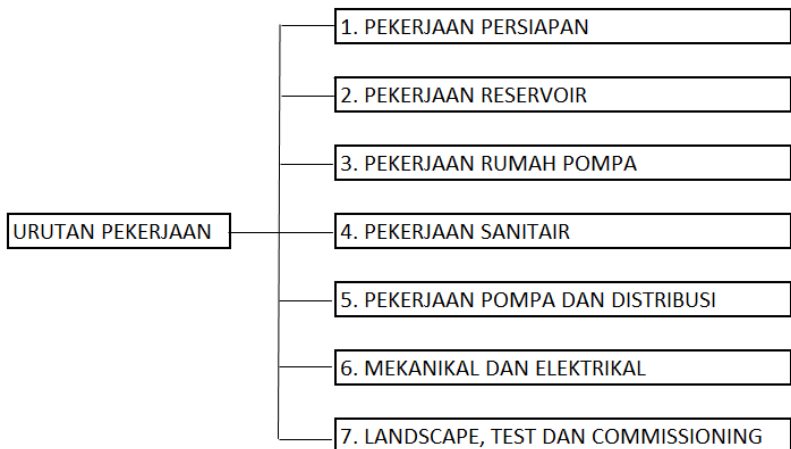
4	Pekerjaan sanitair	a. Terkena debu	V	
		b. Tersengat listrik, terpleset, tertimpa runtuhan galian.	V	
		c. Terperosok galian	V	
		d. Tertimpa alat berat, tergores gerinda atau benda tajam.	V	
		e. Terhirup gas beracun dari galian	V	
5	Pekerjaan distribusi pompa	a. Tertimpa alat bantu crane	V	
		b. Tersengat listrik gerinda	V	
		c. Terperosok galian dan tertimpa longsor tanah	V	
		d. Tergores material dan benda tajam	V	
		e. Terhirup debu saat pemotongan pipa	V	
		f. Bekisting berserakan saat pengecoran	V	
		g. Tertancap paku saat pek. Bekisting	V	
		h. Tertimpa bekisting yang jebol saat pengecoran	V	
6	Mekanikal dan Elektrikal	a. Tergores gerinda saat pemotongan kabel atau pipa	V	
		b. Tersengat listrik	V	
		c. Tertimpa material akibat pemasangan kurang tepat	V	
		d. Banyak sisa benda tajam (bendrat, paku, dan lainnya)	V	
7	Pekerjaan landscape dan	a. Terperosok galian tanah	V	
		b. Tertimpa tanah urugan	V	
		c. Tertimpa material paving, lecet dan tergores saat pemasangan paving	V	
		d. Tergores pisau gerinda dan paving	V	
		e. Terhirup debu pasir saat pemasangan paving		V

Sumber : Rekap Survey Pendahuluan

Analisa data pada survey pendahuluan dilakukan dengan berasumsi bahwa apabila terjadi salah satu variable yang relevan maka variable risiko tersebut tetap dikatakan relevan dan layak untuk dicantumkan pada tahap selanjutnya yaitu survey utama. Penilaian survey pendahuluan tersebut selain dengan cara berasumsi bahwa risiko tersebut kemungkinan dapat terjadi atau tidak.

4.3 Data Proyek Reservoir Krembangan Surabaya

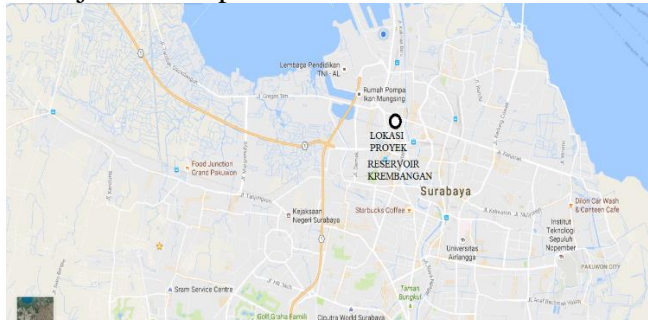
4.3.1 Gambar Urutan Pekerjaan Reservoir Krembangan Surabaya



Sumber : Hasil Pengolahan Data

4.3.2 Urutan Pekerjaan

4.3.2.1 Pekerjaan Persiapan



Gambar 4.2 Pekerjaan Persiapan

Sumber : Hasil Survey Pendahuluan dan Pengolahan Data

Dalam pekerjaan persiapan penyedia jasa kontraktor wajib menyediakan medan atau tempat kerja dan daerah kerja termasuk sewa tanah yang diperlukan dan pembersihan medan kerja dari tumbuhan agar siap digunakan. Sebelum kegiatan fisik dimulai penyediaan harus :

- Melakukan utizet, pengukuran dengan alat ukur untuk mendapatkan MC 0 (mutual check 0).
- Memasang patok untuk menandai profil bouwplank dan batok bantu untuk menentukan titik pacang.
- Memasang patok as bangunan dan batas bangunan yang dikerjakan.
- Patok di tiap titik unit terpasang ditempat yang aman dan tidak terganggu untuk pelaksanaan pekerjaan.

- e. Setelah utizet selesai penyedia jasa (kontraktor) harus segera meminta pengawas untuk melakukan pengecekan bersama.

- **JALAN KERJA**

Jalan kerja adalah jalan yang digunakan oleh penyedia jasa konstruksi dari barak kerja area pmenuju ke lokasi pekerjaan. Jalan yang dibuat harus melalui perhitungan yang teliti dari mulai dasar jalan dan lebar jalan, karena akan berpengaruh pada lalu lintas dan manuver setiap alat berat yang akan lewat nantinya.

- **PAPAN NAMA PEKERJAAN**

Penyedia jasa konstruksi harus membuat papan nama pekerjaan dengan standar ukuran 0,8 m x 1,2 m dengan bentuk persegi panjang warna dasar putih tulisan hitam, dipasang ditepi jalan masuk pekerjaan sesuai petunjuk dari pengawas. Selain itu juga harus memasang rambu-rambu K3.

- **UITZET, PROFIL DAN BOUWPLANK**

- Uitzet profil dilakukan dengan alat bantu ukur.
- Ketinggian peil diambil dari titik tetap yang telah ditetapkan bersama dengan pengawas.

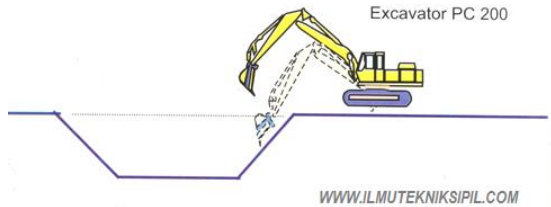
Profil dipasang berjarak maximal 10 m dengan material balok 2/3 cm panjang 1,5 m.

Bouwplank dipasang dengan peil yang diambil dari titik tetap, dengan material dari

Berukuran 5/7 cm dan harus terpasang kokoh ditegaskan posisi as dan angka peilnya.

4.4.2.2 Pekerjaan Reservoir

1. Pekerjaan Galian Tanah dan Urugan Tanah Menggunakan Alat Berat.



Gambar 4.3 Pekerjaan Galian Tanah

Sumber : Hasil Survey dan Pengolahan Data

- a. Tanah dimana pekerjaan akan dilakukan harus dibersihkan dari segala kotoran seperti sisa-sisa tumbuhan dan akar dan sebagainya.
- b. Galian tanah harus berbentuk trapesium untuk menghindari lonsor dengan lebar bawah dan lebar atas disesuaikan dengan gambar rencana potongan pondasi.
- c. Bekas galian harus dibuang dari area bangunan dan tidak boleh dipakai sebagai urugan bangunan.
- d. Untuk mencapai peil yang ditentukan tanah harus diurug dengan menggunakan tanah urug klas C. pengurukan dilaksanakan selapis denu lapis, tebal lapisan maksimal 30 cm. setelah lapisan pertama selesai harus disiram dengan air dan dipadatkan dengan menggunakan stamper 3x lintasan, berlanjut untuk urugan selanjutnya.
- e. Penyedia jasa harus menguras atau mengeringkan genangan air pada galian

lubang pondasi akibat hujan, sumber air atau sebab lain karena harus dikerjakan pada kondisi yang kering.

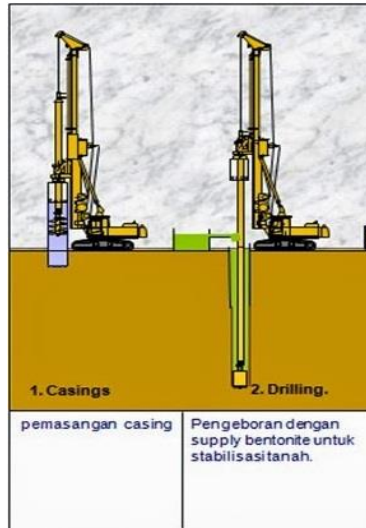
2. Pekerjaan bore pile

Data teknis bore pile :

- Diameter 40 cm
- Kedalaman rencana 16 m
- Mutu beton K-300
- Tulangan utama D-22
- Tulangan ring D-10

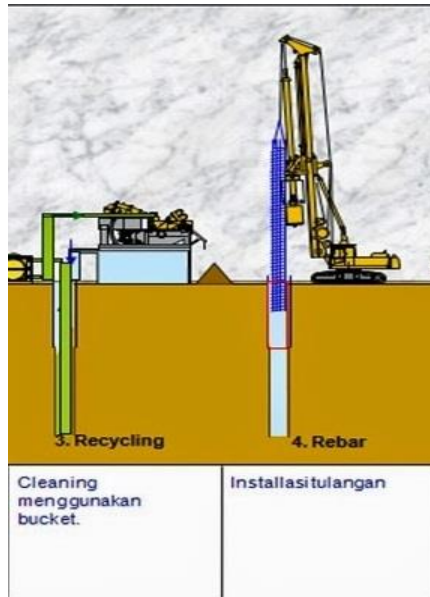
Tahapan pekerjaan bore pile sebagai berikut :

- a. Pengukuran lapangan dan marking titik bore pada tanah dengan menggunakan patok dan mengacu pada titik BM (Bench Mark).
- b. Tahapan Persiapan Alat Bor
Alat bor harus disiapkan sedemikian rupa hingga posisinya tidak berubah selama operasi tegak lurus.
- c. Drilling pengeboran lubang bore pile.



Gambar 4.4 Visualisasi Pengeboran Bore Pile
Sumber : Hasil Survey dan Pengolahan Data.

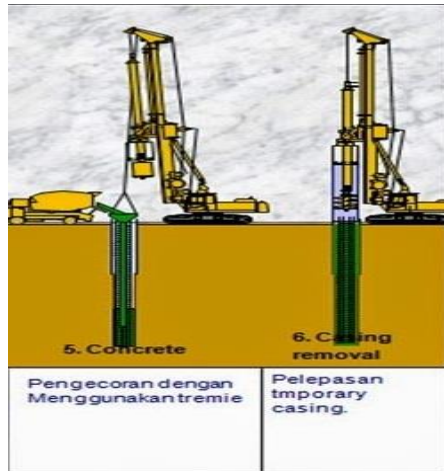
- d. Pekerjaan Pembersihan dan Pembesian
- Jika lubang bor yang sudah dilubangi sesuai dengan diameter dan kedalaman yang ditentukan, selanjutnya memasang bucket untuk proses pembersihan. Tulangan yang sudah dipersiapkan dan kondisi lahan bersih dapat dimasukan dengan menggunakan crane dan sambungan harus sesuai dengan syarat kerja yang ditentukan dan standar yang ada.



Gambar 4.5 Visualisasi Pembesian Bore Pile
Sumber : Hasil Survey dan Pengolahan Data.

e. Pengecoran Bore Pile K-300

Pengecoran menggunakan ember cor yang diangkat dengan crane dengan diberi selang plastic agar tinggi jatuh beton tidak membuat agregat beton terpisah. Beton yang digunakan K-300 dengan slump beton 10 ± 2 . Pemesan ready mix harus sesuai dengan waktu agar tidak terjadi setting beton atau pengerasan beton pada truck mixer selama pengecoran berlangsung.



Gambar 4.6 Visualisasi Pengecoran Bore Pile
 Sumber : Hasil Survey dan Pengolahan Data.

3. Pekerjaan Pilecap

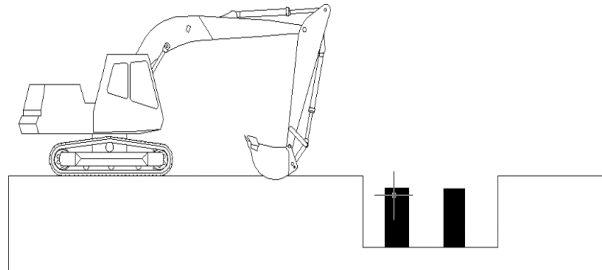
Data Teknis Pilecap :

- L = 9 m; B = 4 m; T = 1 m.
- Beton K-225
- Tulangan D 19 – 200

Tahapan pekerjaan pile cap antara lain :

1. Pekerjaan galian tanah

Membuat galian lokasi pile cap dengan dimensi dan elevasi sesuai shop drawing.

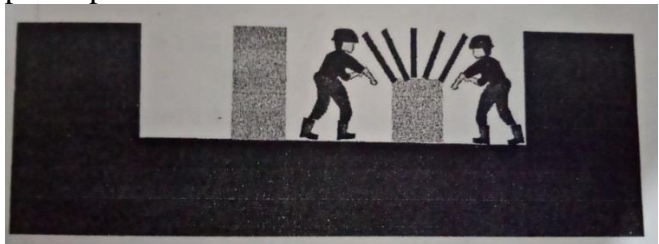


Gambar 4.7 Visualisasi Pekerjaan Galian Pile Cap.

Sumber : Hasil Media Internet.

2. Pemotongan Tiang Bore Pile

Setelah pekerjaan galian pile cap sesuai dengan gambar rencana, tiap pancang yang melebihi gambar dari top pile cap harus dipotong. Pemotongan dengan cara membobok beton tanpa merusak tulangan bore pile. Tujuannya nanti menjadi tulangan penghubung rangka antara bore pile dengan pile cap.



Gambar 4.8 Visualisasi Pemotongan Tiang Bore Pile

Sumber : Hasil Media Internet.

3. Pengecoran Lantai Kerja Pile Cap

Lantai kerja dicor seluas lebar galian dengan galian yang sesuai dari gambar rencana agar tidak merugikan apabila ukuran galian terlalu lebar. Lantai kerja berfungsi untuk meratakan tanah dasar galian agar elevasi sesuai dengan gambar kerja dilapangan.



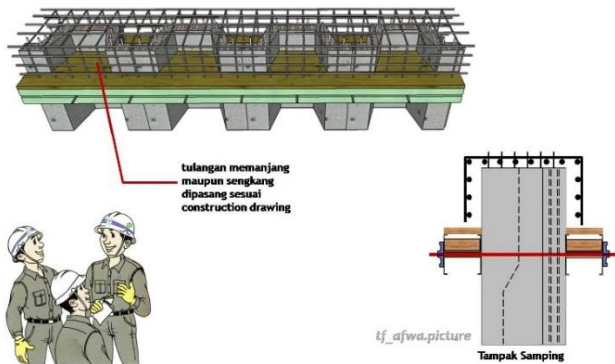
Gambar 4.9 Visualisasi Pengecoran Lantai Kerja Pile Cap.

Sumber : Hasil Media Internet.

4. Pembesian dan Bekisting Pile Cap

Pembesian dilakukan sesuai gambar kerja dengan ukuran yang tepat dan setelah pembesian terpasang, dilakukan pemasangan bekisting sesuai dengan gambar kerja. Kondisi bekisting harus kuat agar beton tidak meluap dan melebihi ukuran gambar kerja.

4. Pasang Pembesian Capping Beam

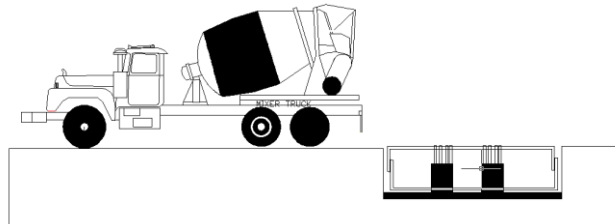


Gambar 4.10 Visualisasi Pembesian dan Bekisting Pile Cap

Sumber : Hasil Media Internet.

5. Pengecoran Pile Cap

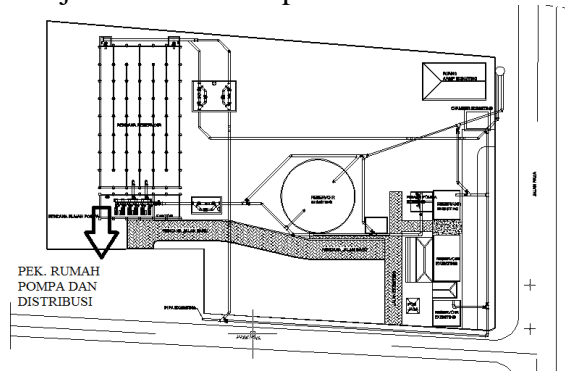
Setelah pekerjaan bekisting selesai, dilakukan ceklist bersama pengawas dengan pembuatan ijin pengecoran yang diberikan. Kondisi lahan yang siap cor harus bersih tanpa ada sisa material atau kotoran sedikitpun.



Gambar 4.11 Visualisasi Pengecoran Pile Cap

Sumber : Hasil Media Internet.

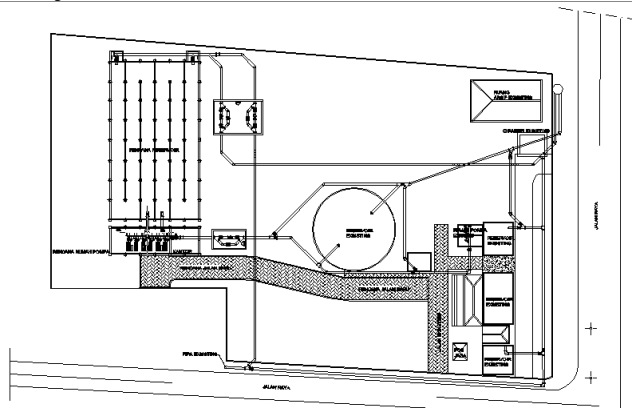
4.4.2.3 Pekerjaan Rumah Pompa



Gambar 4.13 Pekerjaan Rumah Pompa
Sumber : Data Proyek Kontraktor.

Pekerjaan rumah pompa dan distribusi terbagi menjadi beberapa tahap item pekerjaan antara lain : pekerjaan pondasi, pekerjaan beton bertulang, pekerjaan finishing, pekerjaan pintu dan jendela. Pekerjaan pondasi adalah pekerjaan pemancangan sesuai dengan gambar kerja dan pembuatan pile site. Pekerjaan beton bertulang yang meliputi pekerjaan balok, pile cap, sloof, kolom, plat, ringbalk dan pemasangan angkur untuk plat over head crane. Pekerjaan finishing meliputi pasangan bata ringan, plester, acian, finish cat untuk rumah pompa dan kantor.

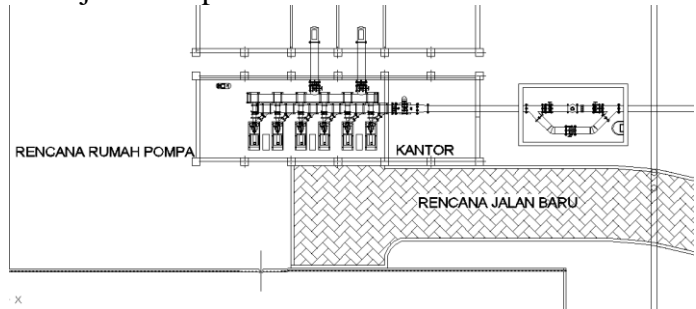
4.4.2.4 Pekerjaan Sanitair



Gambar 4.14 Pekerjaan Sanitair
Sumber : Data Proyek Kontraktor.

Pekerjaan sanitair merupakan bagian dari pekerjaan instalasi air. Pekerjaan sanitair meliputi pekerjaan pemasangan kloset jongkok, bak fiber, kran air, avoer, pipa air dan biotech septiktank kapasitas 1.2 m³.

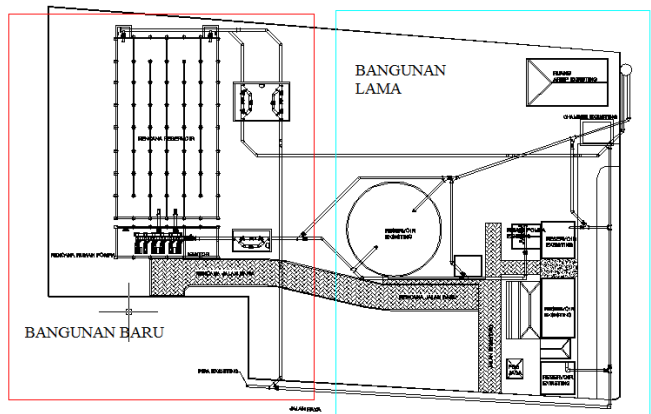
4.4.2.5 Pekerjaan Pompa Distribusi



Gambar 4.15 Pekerjaan Pompa Distribusi
Sumber : Data Proyek Kontraktor.

Pekerjaan pompa distribusi merupakan pekerjaan pengadaan dan pemasangan dari beberapa alat seperti pompa sentrifugal, crane dan pompa hisap (submersible). Metode kerja pompa sentrifugal adalah mengubah energy mekanis alat gerak menjadi energy kinetis. Prosesnya mulai dari penghisapan air dari rumah pompa eksisting dimasukan kedalam rumah pompa baru dan kemudian dialirkan melalui pompa yang telah didistribusikan.

4.4.2.6 Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal



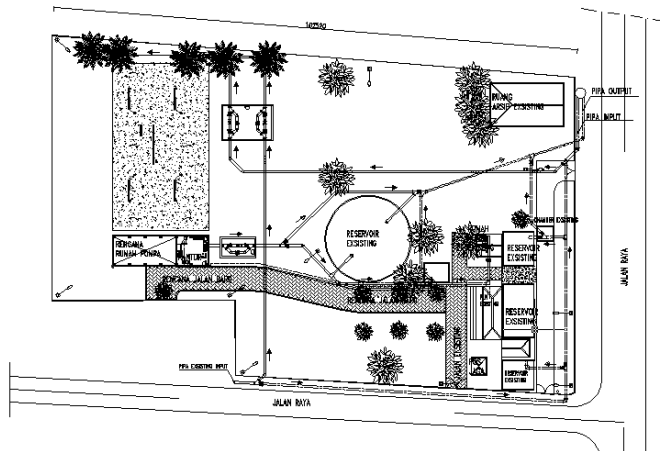
Gambar 4.16 Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal
Sumber : Data Proyek Kontraktor.

Mekanikal dan Elektrikal adalah suatu system yang ada didalam sebuah bangunan proyek yang tidak dapat dipisahkan dan berperan sangat penting dari fungsi bangunan tersebut diciptakan. Mekanikal elektrikal memiliki cakupan pekerjaan listrik dan mekanik/mesin. Berikut beberapa item pekerjaan mekanikal dan elektrikal untuk bangunan baru pada proyek reservoir.

1. Mekanikal
 - a. Perpipaan dalam rumah pompa baru
 - b. Pengecetan pipa
 - c. Pekerjaan tanah perpipaan (galian, urugan dan buang sisa galian)

- d. Pekerjaan chamber (pengolahan air untuk menghilangkan partikel kasar dan halus)
2. Elektrikal
 - a. Panel incoming
 - b. Panel outgoing pompa
 - c. Panel kompresor
 - d. Panel instalasi listrik
 - e. Instalasi penerangan atau lampu
 - f. Penangkal petir pada kantor rumah pompa baru.

4.4.2.7 Landscape, test dan Commisioning



Gambar 4.17 Pekerjaan Landscape, Test dan Commisioning

Sumber : Data Proyek Kontraktor.

Pekerjaan landscape, test dan commissioning merupakan pekerjaan finishing dari keseluruhan pekerjaan reservoir.

1. Pekerjaan Landscape

- a. Pengadaan dan penanaman pohon lindung dengan spesifikasi pohon palm, ekor tupai dan korma dengan ukuran variasi dan diameter pohon 20 – 30 cm dengan tinggi variasi 1-5 m dan pemilihan pohon disetujui oleh pengawas proyek.
- b. Pekerjaan ini sudah termasuk transportasi sampai kelokasi proyek untuk galian tanam pohon dan pemupukan.
- c. Pekerjaan rumput dipakai rumput jepang yang termasuk dengan pengaturan kontur tanam.

2. Testing dan Commisioning

- a. Sebelum melaksanakan pengujian kontraktor harus merencanakan jadwal pemeriksaan dan pengujian untuk mendapatkan persetujuan dari pengawas.
 - Pemeriksaan visual.
 - Pemeriksaan sambungan listrik dan mekanis.
 - Pengukuran tahanan isolasi dan tahanan pertanahan.
 - Pengujian dalam keadaan berbeban.

- b. Seluruh system dan pekerjaan instalasi diperiksa diteliti dan diuji sebelum diserahkan kepada instansi terkait
- c. Test grounding existing untuk mengetahui apakah pertahanan masih layak pakai

3. Pekerjaan Jalan Baru

Pekerjaan ini meliputi akses jalan menuju kearah kantor dan rumah pompa baru dengan spesifikasi :

- Panjang jalan 405 m
- Galian tanah dan urugan pasir lumajang
- Pemasangan paving tb 8 cm
- Pemasangan paving ubin corso warn auk 21 x 21 x 6 cm
- Pemasangan topiuskup uk 21 x 30 x 8 cm
- Dan pemasangan kanstine tb 6 cm.
- Pekerjaan drainasi dengan beton precast sepanjang jalan uk 50 x 50 x 120 cm
- Penanaman kembang sono.

4.5 Survey Utama

Survey utama dilakukan setelah survey pendahuluan, kemudian akan didapatkan variable-variabel yang relevan terkait dengan proyek pembangunan Reservoir Krembangan Surabaya. Penyebaran kuisisioner dilakukan terhadap responden yang telah dipilih sebelumnya. Survey utama ini berisi mengenai probabilitas serta dampak bagi masing-masing variable risiko. Apabila semua variabel telah didapatkan kategori probabilitas serta kategori dampaknya, maka selanjutnya yang akan dilakukan adalah memetakan kategori dari tiap variable risiko.

4.6 Failure Mode Effect and Criticality Analysis (efek buruk)

Severity merupakan langkah pertama untuk menganalisa risiko dengan menghitung seberapa besar dampak atau efek buruk yang mempengaruhi output proses.

Tabel 4.5 FMECA (efek buruk)

Item Pekerjaan	Mode Kegagalan	Dampak	Risiko Pekerjaan	Skala Severity						SI	Kategori	Skala
				1-2	3-4	5-6	7-8	9-10				
Pekerjaan persiapan, Barak pekerja, Kantor,	Elevasi saluran existing lebih tinggi	Banjir	Alat dan material tenggelam	0	0	0	2	1	50	R	2	
	Kondisi tanah gembur	Longsor	Tertimbun longsor	0	3	0	0	0	15	T	4	
Instalasi listrik, Instalasi air,	Kecelakaan alat berat	Tabrakan	Kemacetan	3	0	0	0	0	0	C	3	
Demobilisasi alat dan material	Kondisi cuaca	Kesehatan staff dan pekerja	Luka ringan flu batuk dan demam	0	0	1	2	0	40	C	3	

Sumber : Hasil Survey dan Waawancara

Severity merupakan langkah pertama untuk menganalisa risiko dengan menghitung seberapa besar dampak kejadian yang mempengaruhi proses. Untuk severity index yang paling besar adalah mode kegagalan dengan kondisi tanah gembur yang berdampak pada longsor dan berisiko tertimbun longsor untuk alat berat, material dan staff pekerja. Responden memilih skala 7-8 dengan 2 orang dan skala 9-10 dengan 1 orang, karena dengan kriteria kejadian kegagalan yang parah dan sangat parah. Lihat table 4.1 untuk skala severity (skala keparahan). Berikut perhitungan severity index.

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} \times 100\%$$

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 (0 \times 0) + (0 \times 1) + (0 \times 2) + (2 \times 3) + (1 \times 4)}{4 \sum_{i=0}^4 (5)}$$

$$SI = 50\%$$

Dari hasil severity index maka diperoleh failure mode lingkungan proyek dengan tanah kondisi gembur dengan kategori R dan skala ordinal 2. Berikut kategori klarifikasi dari skala penilaian keparahan, kejadian dan deteksi.

Kategori	Skala Index	Skala Ordinal
Sangat Rendah / Sangat Kecil (SR/SK)	$0 \leq SI \leq 12.5$	1
Rendah / Kecil (R/K)	$12.5 \leq SI \leq 37.5$	2
Cukup / Sedang (C/S)	$37.5 \leq SI \leq 62.5$	3
Tinggi / Besar (T/B)	$62.5 \leq SI \leq 87.5$	4
Sangat Tinggi / Sangat Besar (ST/SB)	$87.5 \leq SI \leq 100$	5

Penanganan failure mode dari kegagalan lingkungan proyek yang bertanahkan lunak dan mengakibatkan kelongsoran tanah adalah dengan cara memasang turap atau tiang pancang penahan tanah agar saat pekerjaan galian tanah tertahan dan terjadi longsor.

4.7 Failure Mode Effect and Criticality Analysis (Frekuensi)

Tabel 4.6 FMECA (frekuensi / kejadian)

Item Pekerjaan	Mode Kegagalan	Couse	Risiko Pekerjaan	Skala Frekuensi					SI	Kategori	Skala
				1	2-3	4-6	7-8	9-10			
Pekerjaan persiapan,	Elevasi saluran existing lebih tinggi	Submersible tidak berfungsi	Alat dan material tenggelam	3	0	0	0	0	0	R	2
Barak pekerja, Kantor,	Kondisi tanah gembur	Kurang pemadatan	Tertimbun longsoran	0	3	0	0	0	15	R	2
Instalasi listrik, Instalasi air,	Kecelakaan alat berat	Human eror	Kemacetan	0	0	3	0	0	30	C	3
Demobilisasi alat dan material	Kondisi cuaca	Kesehatan staff dan pekerja	Luka ringan flu batuk dan demam	0	1	2	0	0	25	C	3

Sumber : Hasil Survey dan Wawancara

Frekuensi merupakan kemungkinan terjadinya kesalahan berulang. Menunjukan nilai keseringan suatu masalah yang ditimbulkan dari suatu item pekerjaan.

Penyebab kecelakaan alat berat adalah kurang konsentrasinya SDM saat sedang bekerja dan dapat mengakibatkan suatu kemacetan yang akan mempengaruhi pekerjaan lain. Untuk penilaian dari 3 responden, masing masing memilih skala 4-6 dengan tingkat kejadian berulang (high) sangat sering terjadi.

Tabel 4.7 Skala Frekuensi Kejadian

Frekuensi Kejadian Jenis Risiko		Skala
Remote / Sangat rendah	Kerusakan yang tidak disukai	1
Low / Rendah	Sedikit kerusakan yang relatif	2
		3
Moderate / Sedang	Kerusakan sesekali	4
		5
		6
High / Tinggi	Kerusakan berulang	7
		8
Very High / Sangat Tinggi	Kerusakan yang tidak bisa diacuhkan dan dibiarkan	9
		10

Sumber : Benjamin 1994.

Untuk perhitungan severity index dari failure mode kecelakaan alat berat sebagai berikut :

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i x_i}{4 \sum_{i=0}^4 x_i} \times 100\%$$

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 (0 \times 0) + (0 \times 1) + (3 \times 2) + (0 \times 3) + (0 \times 4)}{4 \sum_{i=0}^4 (5)}$$

$$SI = 30\%$$

Dari hasil severity index maka diperoleh failure mode lingkungan proyek dengan tanah kondisi gembur dengan kategori C dan skala ordinal 3. Berikut kategori klarifikasi dari skala penilaian keparahan, kejadian dan deteksi.

Kategori	Skala Index	Skala Ordinal
Sangat Rendah / Sangat Kecil (SR/SK)	$0 \leq SI \leq 12.5$	1
Rendah / Kecil (R/K)	$12.5 \leq SI \leq 37.5$	2
Cukup / Sedang (C/S)	$37.5 \leq SI \leq 62.5$	3
Tinggi / Besar (T/B)	$62.5 \leq SI \leq 87.5$	4
Sangat Tinggi / Sangat Besar (ST/SB)	$87.5 \leq SI \leq 100$	5

Penanganan failure mode dari kegagalan lingkungan proyek yang bertanahkan lunak dan mengakibatkan kelongsoran tanah adalah dengan penjelasan kepada seluruh operator alat berat agar lebih focus dan memahami keadaan yang ada pada proses pembangunan dan diutamakan dipilih operator dengan sertifikat ahli serta pengalaman yang mumpuni.

4.8 Failure Mode Effect and Criticality Analysis (Deteksi)

Tabel 4.8 FMECA (deteksi)

Item Pekerjaan	Mode Kegagalan	Design Control	Risiko Pekerjaan	Skala Detection						SI	Kategori	Skala
				1-2	3-4	5-6	7-8	9	10			
Pekerjaan persiapan, Barak pekerja, Kantor,	Elevasi saluran existing lebih tinggi	Pelaksanaan pemasangan pompa	Terpereset dan tersengat listrik	0	1	0	2	0	0	35	R	2
	Kondisi tanah gembur	Pengurangan gragal	Tertimpa material	0	1	1	1	0	0	30	C	3
Instalasi listrik, Instalasi air,	Kecelakaan alat berat	Cek kesehatan seluruh operator alat berat	Kemacetan dan keterlambatan pekerjaan	0	0	1	2	0	0	40	R	2
Demobilisasi alat dan material	Kondisi cuaca	Crashing pekerjaan dimusim hujan	Luka ringan	0	0	1	2	0	0	40	R	2

Deteksi merupakan suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi penyebab potensi kecelakaan kerja kritis. Salah satu contoh mode kegagalan dengan kondisi tanah gembur dengan design control pengurangan gragal pada area tanah gembur dapat digunakan untuk akses mobilisasi alat berat. Risiko pekerjaan yang kemungkinan terjadi adalah pekerja tertimpa material pada saat pelaksanaan pekerjaan. Responden 2 orang memilih skala 7-8 dan 1 orang memilih skala 5-6. Diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^5 a_i x_i}{4 \sum_{i=0}^5 x_i} \times 100\%$$

$$SI = \frac{\sum_{i=0}^4 (0 \times 0) + (0 \times 1) + (1 \times 2) + (2 \times 3) + (0 \times 4)}{4 \sum_{i=0}^4 (5)}$$

$$SI = 40\%$$

Dari hasil severity index maka diperoleh failure mode lingkungan proyek dengan tanah kondisi gembur dengan kategori C dan skala ordinal 3. Berikut kategori klarifikasi dari skala penilaian keparahan, kejadian dan deteksi.

Kategori	Skala Index	Skala Ordinal
Sangat Rendah / Sangat Kecil (SR/SK)	$0 \leq SI \leq 12.5$	1
Rendah / Kecil (R/K)	$12.5 \leq SI \leq 37.5$	2
Cukup / Sedang (C/S)	$37.5 \leq SI \leq 62.5$	3
Tinggi / Besar (T/B)	$62.5 \leq SI \leq 87.5$	4
Sangat Tinggi / Sangat Besar (ST/SB)	$87.5 \leq SI \leq 100$	5

Penanganan failure mode dari kegagalan lingkungan proyek yang bertanahkan lunak dan mengakibatkan pekerja tertimpa material adalah metode pekerjaan yang baik dan rapi disertai dengan penggunaan APD yang lengkap.

Tabel 4.9 Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

No	Item Pekerjaan		Risiko Pekerjaan	Efek Buruk	Frekuensi	Deteksi	RPN
	Pekerjaan Persiapan						
1	1	Mobdemob alat berat	Tabrakan antar alat berat	8	1	6	48
	2	Direksi keet 3x6m	Scaffolding jatuh tertimpa pekerja	3	2	5	30
	3	Uitzet dengan theodolit & waterpass	Terperosok galian	1	5	6	30
	4	Pemasangan pagar pengaman keliling	Tergores paku	6	4	6	144
Pekerjaan Reservoir							
2	1	Pengukuran & Bowplank	Terperosok galian	5	3	5	75
	2	Penggalian tanah konstruksi menggunakan alat berat	Tertimbun galian dan longsor	9	6	4	216
	3	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	Tabrakan antar alat berat	5	5	6	150
	4	Pemancangan ø30 cm p 12m	Tertimpa material pancang	4	4	6	96
	5	Pengecoran pile cap	Robohnya bekisting saat pengecoran	6	2	7	84
Pekerjaan Rumah Pompa							
3	1	Pengukuran & Bowplank	Terperosok galian	3	2	6	36
	2	Penggalian tanah konstruksi menggunakan alat berat	Tertimbun galian dan longsor	5	5	4	100
	3	PengangkutanTanah Keluar Proyek	Tabrakan antar alat berat	6	5	1	30
	4	Pekerjaan Beton Bertulang	Tersengat listrik saat penggetaran dengan vibrator beton	8	2	1	16
	5	Pekerjaan Balok Induk 30/50 K300					
	6	tangga putar besi	Pekerja terkena percikan api las	3	2	1	6
	7	Pekerjaan Pasangan (bata, plester, aci)	Pekerja terhirup debu	5	4	1	20
7	Screen talang	Tertimpa talang air	3	7	3	63	
Pekerjaan Sanitair							
4	1	Biotech septictank kap.1.2 m3	Material pecah dan menimpa pekerja	1	1	4	4
Pekerjaan Pompa Distribusi							
5	1	Pengadaan Crane lengkap dengan aksesoris dan Struktur, 3 Ton	Terhirup asap las	5	2	4	40
	2	Pemasangan Crane lengkap dengan aksesoris dan Struktur, 3 Ton	Crane menimpa pekerja	5	4	6	120
Pekerjaan MEP							
6	1	Instalasi Listrik dan Plumbing	Tersengat arus listrik	8	6	7	336
Pekerjaan Landscape, Test and Commissioning							
7	1	Pekerjaan akses jalan	Longsornya galian	5	6	6	180
	2	Pekerjaan drainase	Terjepit precast beton saluran	8	3	6	144

Sumber : Hasil Survey dan Wawancara

Hasil nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* diperoleh masing-masing dari penilaian 3 kuisioner dengan 3 responden. Sedangkan untuk nilai RPN dapat menggunakan rumus FMECA. Berikut contoh perhitungan RPN dari item pekerjaan mekanikal dan elektrikal.

Item Pekerjaan					
PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	Risiko Pekerjaan	Efek Buruk	Frekuensi	Deteksi	RPN
Instalasi Listrik dan Plumbing	Tersengat arus listrik	7	6	8	336

Berdasarkan nilai risk priority number diatas, didapatkan prioritas perbaikan yang terlebih dahulu dari modus kecelakaan yang terjadi adalah pekerjaan mekanikal elektrikal. Hal itu disebabkan karena SDM kurang berhati hati dan kurang berpengalaman atau tidak sesuai dengan bidang yang dikerjakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembahasan bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran, dimana kesimpulan merupakan hasil penelitian secara keseluruhan, sedangkan saran adalah hal yang perlu dilakukan agar hasil penelitian ini menjadi sesuatu yang harus diperhatikan pada penelitian lebih lanjut yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

5.1 Kesimpulan

A. Berikut ini adalah risiko kecelakaan kerja kritis pada proyek Pembangunan Ground Reservoir dengan 10 nilai RPN tinggi menggunakan metode FMECA (failure mode and effect criticality analysis) yaitu :

No	Item Pekerjaan	Risiko Pekerjaan	Efek Buruk	Frekuensi	Deteksi	RPN
1	Instalasi Listrik dan Plumbing	Tersengat arus listrik	7	6	8	336
2	Galian tanah dengan berat	Tertimbun galian dan longsor	10	6	5	300
3	Pengangkutan tanah keluar proyek	Tabrakan antar alat berat	5	5	6	150
4	Pekerjaan akses jalan	Longsornya galian	3	7	7	147
5	Pemasangan crane	Crane menimpa pekerja	5	4	7	140
6	Galian tanah drainase	Tertimbun galian dan longsor	4	6	5	120
7	Pekerjaan saluran	Terjepit precast beton saluran	8	2	7	112
8	Pemasangan pompa	Terhirup asap las	4	2	9	72
9	Mobdemob alat berat	Tabrakan antar alat berat	9	1	7	63
10	Pemasangan pagar pengaman keliling	Tergores paku	4	2	7	56

B. Faktor penyebab risiko kecelakaan tertinggi berdasarkan metode FMECA (failure mode and effect criticality analysis) yaitu :

- a. Tersengat arus listrik saat pekerjaan MEP (mekanikal elektrik dan pemipaan),

disebabkan oleh beberapa factor yaitu : factor manusia, factor manajemen, factor lingkungan dan factor teknis. Factor manusia penyebab paling mendasar adalah SDM kurang berkonsentrasi saat bekerja, bergurau dan motivasi kerja yang kurang. Factor manajemen penyebab dasar adalah kurangnya pengawasan dari pihak kontraktor ke para pekerja. Factor lingkungan penyebab mendasar adalah rambu pengaman kurang dan mungkin tidak ada sama sekali, kondisi yang licin dan tergenang air pada lokasi pekerjaan. Factor teknis penyebab mendasar adalah penempatan alat kerja yang tidak tepat, alat yang digunakan tidak sesuai standar keamanan dan kurang perawatan serta alat yang sudah tidak layak pakai.

- b. Tertimbun longsor saat pekerjaan galian dan urugan tanah disebabkan oleh beberapa factor. Salah satu factor yang paling utama adalah factor teknis dengan kondisi tanah yang gembur pada lokasi proyek.
- c. Tubrukan antar alat berat pada saat pengangkutan tanag keluar proyek disebabkan oleh beberapa factor dimana factor manusia dan manajemen saat berpengaruh besar terhadap risiko kecelakaan yang terjadi. Factor manusia

disebabkan oleh SDM kurang berhati-hati dan kurang berkomunikasi antara operator backhoe dan operator dump truck. Untuk factor manajemen adalah kurangnya pengawasan dari supervisor lapangan dan penjadwalan waktu yang telah terlambat dari rencana.

5.2 Saran

Tentunya hasil penelitian tugas akhir ini masih belum sempurna. Beberapa factor yang mempengaruhi hasil penelitian proyek belum terlaksana dan responden hanya mengisi kuisioner berdasarkan pengalaman dari proyek-proyek sebelumnya.

Saran untuk penelitian sejenis berikutnya adalah harus benar dan tepat dalam memilih responden yang mempunyai pengalaman lebih lama dan benar pada bidangnya, serta memiliki waktu yang cukup agar responden dapat berkonsentrasi penuh untuk mengisi kuisioner.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. 2013. **SNI 2847:2013 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2013. **SNI 1727:2013 Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. 2012. **SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Kurniawan. R, Budiono. B, Surono. A, dan Pane. I. 2014. *Studi Eksperimental Perilaku Siklis Flat Slab Beton Mutu Sangat Tinggi*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 21, No. 2.

Tavio, Hemawan. L. 2010. *Studi Lebar Efektif Pelat Pada Struktural Flat Plate Akibat Beban Gempa*. Dinamika Teknik Sipil, Vol. 10, No. 3.

Auramauliddia. 2013. *Perencanaan Modifikasi Struktur Gedung Rumah Susun Dengan Menggunakan Sistem Flat Slab dan Dinding Geser*. Jurnal Teknik POMITS, Vol. 1, No. 1.

Gunadi. R, Budiono. B, Imran. I, dan Sofwan. A. 2012. *Studi Eksperimental Perilaku Hubungan Pelat – Kolom Terhadap Kombinasi Beban Grafitasi dan Lateral Siklis*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 19, No. 3

Purwono, Rahmat. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya: ITS Press

Wang, Chu-Kia; Charles G. Salmon 1992. *Disain Beton Bertulang*. Binsar Hariandja

Sulistio. H, Sasmoko. A. 2013. *Alternative Study On Flat Slab Building Of Grand Sawit Hotel Of Samarinda By Using Equivalent Portal Methods*. Jurnal Untag, Vol. 1, No. 1

Deshpande. H, Josh. R, Bangar. P, 2014. *Design Considerations For Reinforced Concrete Flat Slab Floor System*.

International Journal Of Scientific&Engineering Research,
Volume 5.

BIODATA PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Arif Rahman Hakim, dilahirkan di Surabaya, 06 Oktober 1992, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN 2 Kutoharjo, SMPN2 Kendal, SMAN 1 Kendal dan Program Studi DIII Teknik Sipil Politeknik Negri Semarang bidang konsentrasi Bangunan Gedung yang ditempuh selama 3 tahun dan lulus pada tahun 2013. Setelah lulus dari DIII Teknik Sipil Politeknik Negri Semarang penulis melanjutkan pendidikan Sarjana di Program Studi Lintas Jalur Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP. 3114 105 048. Apabila ada yang ingin ditanyakan terkait tugas akhir ini dapat menghubungi penulis pada alamat email berikut arifhakimr@gmail.com.

“ Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN



Form AK/TA-04-
rev01

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	Suponi, ST, MT.
NAMA MAHASISWA	Arif Rahman Hakim
NRP	514105048
JUDUL TUGAS AKHIR	ANALISA RISIKO KESEHATAN & KESELAMATAN KERJA PROYEK RESERVOIR KEBERHANGATAN SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE PMSCA
TANGGAL PROPOSAL	6 Oktober 2016
NO. SP-MMTA	2 November 2016

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	11/11/2016	<p>BAB IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - profil kontraktor & proyek - analisis risiko PMSCA - metode pelaksanaan pekerjaan - survey pendahuluan - survey urang & bangunan 	<ul style="list-style-type: none"> - rekap variabel & data - tabel 	
2	1/12/2016	<ul style="list-style-type: none"> - data survey pendahuluan - data survey urang - perhitungan R-PU 	<ul style="list-style-type: none"> - perbaikan survey pendahuluan & urang - tabel R-PN 	
3	23/12/2016	<ul style="list-style-type: none"> - keterangan urang - rekap variabel risiko ke RPN 	<ul style="list-style-type: none"> - perhitungan RPN - kesimpulan & saran 	
4	28/12/2016	<ul style="list-style-type: none"> - struktur kalimat bahasa Indonesia - draft TA <p>putra & penulisan</p>		



PERSEROAN TERBATAS PT. Sinar Mas Tbk.
SINAR MAS
KORPORASI

NEW POWER

PERUSAHAAN PENGALAMAN
MANAJEMEN DAN KONSULTANSI
SINAR MAS
KORPORASI

NEW POWER

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

PERUSAHAAN

SURVEY PENDAHULUAN

I. PENDAHULUAN

Risiko adalah suatu kejadian atau kondisi yang tidak pasti, yang apabila terjadi berdampak pada tujuan proyek yang mencakup ruang lingkup, jadwal, biaya dan kualitas. Sedangkan menurut Djojosoendarmo risiko merupakan suatu kejadian yang selalu dihubungkan dengan terjadinya suatu kerugian yang tidak diinginkan. Kondisi yang menyebabkan timbulnya risiko adalah kondisi dimana adanya ketidakpastian.

Risiko disimpulkan bahwa suatu kondisi yang timbul karena ketidakpastian dengan peluang kejadian tertentu jika terjadi akan menimbulkan konsekuensi tidak menguntungkan atau merugikan yang tidak diinginkan.

II. TUJUAN SURVEY

Mendapatkan informasi dan data tentang risiko apa saja yang mungkin terjadi pada pelaksanaan proyek Ground Reservoir Krembangan Surabaya. Data yang diperoleh akan digunakan untuk analisa risiko dalam penyusunan tugas akhir.

III. PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER

1. Pilihlah jawaban dengan cara memberikan tanda centang (V) pada kolom yang tersedia, keterangan :
 - Relevan : jika variable risiko yang pernah terjadi pada proyek

- Tidak Relevan : jika variable risiko yang tidak pernah terjadi.

2. Bila ada variable yang tidak tercantum pada list, tulis dikolom kosong yang telah disediakan dengan cara mengisi variable yang tidak tercantum pada list.

Berikut adalah hasil survey pendahuluan.

No	Aktivitas	Potensi Risiko	Relevan	Tidak Relevan
1	Pekerjaan persiapan	a. Lokasi banjir	V	
		b. Longsor	V	
		c. Tertimpa alat berat	V	
		d. Tabrakan antar alat berat	V	
		e. Asap alat berat terhirup oleh pekerja	V	
2	Pekerjaan reservoir	a. Tertimpa alat berat	V	
		b. Seling dari bore pile putus	V	
		c. Alat berat tertimpa longsor saat galian	V	
		d. Terkena tumpahan beton	V	
		e. Tersengat listrik dari vibrator, saat pengecoran	V	
		f. Bekisting berserakan saat pengecoran	V	
		g. Tertancap paku saat pek. Bekisting	V	
		h. Tertimpa bekisting yang jebol saat pengecoran	V	
3	Pekerjaan rumah pompa	a. Tertimpa material pancang	V	
		b. Terkena tumpahan cor beton	V	
		c. Tergores gerinda saat pekerjaan keramik	V	
		d. Tersengat listrik saat pengeboran pemasangan kusen pintu jendela	V	
		e. Terpapar cat saat proses pengecatan	V	

4	Pekerjaan sanitair	a. Terkena debu	V	
		b. Tersengat listrik, terpeleket, tertimpa runtuh galian.	V	
		c. Terperosok galian	V	
		d. Tertimpa alat berat, tergores gerinda atau benda tajam.	V	
		e. Terhirup gas beracun dari galian	V	
5	Pekerjaan distribusi pompa	a. Tertimpa alat bantu crane	V	
		b. Tersengat listrik gerinda	V	
		c. Terperosok galian dan tertimpa longsoran tanah	V	
		d. Tergores material dan benda tajam	V	
		e. Terhirup debu saat pemotongan pipa	V	
		f. Bekisting berserakan saat pengecoran	V	
		g. Tertancap paku saat pek. Bekisting	V	
		h. Tertimpa bekisting yang jebol saat pengecoran	V	
6	Mekanikal dan Elektrikal	a. Tergores gerinda saat pemotongan kabel atau pipa	V	
		b. Tersengat listrik	V	
		c. Tertimpa material akibat pemasangan kurang tepat	V	
		d. Banyak sisa benda tajam (bendrat, paku, dan lainnya)	V	
7	Pekerjaan landscape dan	a. Terperosok galian tanah	V	
		b. Tertimpa tanah urugan	V	
		c. Tertimpa material paving, lecat dan tergores saat pemasangan paving	V	
		d. Tergores pisau gerinda dan paving	V	
		e. Terhirup debu pasir saat pemasangan paving		V

KUISONER UTAMA

Nama : Arif Rahman Hakim
NRP : 3114105048

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOVEMBER
SURABAYA
LINTAS JALUR GASAL 2014**

PETUNJUK PENGISIAN KUISSIONER

Penilaian variable risiko yang relevan dengan cara memberikan nilai pada kolom penilaian severity (tingkat keparahan), occurance dan detection. Ada 1-10 skala penilaian berdasarkan, dijelaskan sebagai berikut :

a. Efek Buruk

Menilai keburukan dari setiap jenis pekerjaan berisiko, tujuannya adalah mengidentifikasi dan mengelompokan berdasarkan skala 1-10 dengan dampak atau efek yang disebabkan dari setiap pekerjaan.

Efek Buruk		Skala
Minor / Sangat rendah	Pekerjaan mungkin saja tidak terjadi efek kegagalan	1
		2
Low / Rendah	Dampak buruk rendah untuk kerusakan alam dan hanya pada sistem	3
		4
Moderate / Sedang	Penyebab kerusakan dengan ketidakpuasaan / gangguan pada sistem	5
		6
High / Tinggi	Kerusakan terhadap sistem yang tidak bisa dioperasikan / gagal	7
		8
Very High / Sangat Tinggi	Kerusakan potensial mempengaruhi keamanan sistem	9
		10

Sumber : Benjamin, 1994.

- b. Frekuensi Kejadian Jenis Kegagalan
Menilai frekuensi dari jenis kerusakan, memberikan fungsi atau komponen fisik dimana suatu item pekerjaan yang sering mengalami kesalahan atau risiko berulang. Dinilai dari skala 1-10.

Frekuensi Kejadian Jenis Risiko		Skala
Remote / Sangat rendah	Kerusakan yang tidak disukai	1
Low / Rendah	Sedikit kerusakan yang relatif	2
		3
Moderate / Sedang	Kerusakan sesekali	4
		5
		6
High / Tinggi	Kerusakan berulang	7
		8
Very High / Sangat Tinggi	Kerusakan yang tidak bisa diacuhkan dan dibiarkan	9
		10

Sumber : Benjamin, 1994.

- c. Menganalisa tingkat deteksi (detection)
Keparahan ini berdasarkan penanggulangan yang terjadi dari mode kegagalan di tiap item pekerjaan. Adapun kriteria skala deteksi (detection) dari tiap kegagalan sebagai berikut :

Deteksi Probabilitas		Skala
Very High / Sangat Tinggi	Proses pengendalian hampir mendeteksi jenis kerusakan yang potensial	1
		2
High / Tinggi	Mendeteksi kesempatan baik jenis kerusakan yang terjadi	3
		4
Moderate / Sedang	Hanya mendeteksi jenis kerusakan	5
		6
Low / Rendah	Tidak mendeteksi jenis kerusakan yang potensial	7
		8
Very Low / Sangat Rendah	Mungkin tidak mendeteksi jenis kerusakan yang potensial	9
Absolute Non Detection	Tidak bisa mendeteksi	10

Sumber : Benjamin, 1994.

- Berilah tanda (v) angka 1-10 dengan kolom yang tersedia.

No	Item Pekerjaan
----	----------------

[illegible]

[illegible]

DETEKSI

Item Pekerjaan		Risiko Pekerjaan	Penyebab	Skala Deteksi									
No				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PEKERJAAN PERSIAPAN													
1	Mobdemob alat berat	Tabrakan antar alat berat	SDM kurang berhati-hati										
2	Direksi keet 3x6m	Scaffolding jatuh tertimpa pekerja	Metode pekerjaan kurang baik										
3	Urutet dengan theodolit & waterpass	Terperosok galian	Kondisi tanah gembur										
4	Pertansangan pagar pengamanan keliling	Tergores paku	Pekerja kurang hati-hati										
PEKERJAAN RESERVOIR													
Pekerjaan Tanah													
1	Pengukuran & Bowplank	Terperosok galian	Kondisi tanah gembur										
2	Penggalan Tanah untuk Konstruksi menggunakan alat berat	Tertribun galian dan longsor	Kondisi tanah lunak/cuaca										
3	Pengangkutan Tanah K eluar Proyek	Tabrakan antar alat berat	SDM kurang berhati-hati										
4	Pertanccangan 630 cm p 12m	Tertimpa material puncang	Alat puncang kondisi kurang baik										
5	Pekerjaan Beton Bertulang	Robolnya bekisting saat pengecoran	Metode pelaksanaan kurang tepat										
PEKERJAAN RUMAH POMIPA													
Rumah Pompa													
Pekerjaan Tanah dan Pondasi													
1	Pengukuran & Bowplank	Terperosok galian	Kondisi tanah gembur										
2	Penggalan Tanah untuk Konstruksi menggunakan alat berat	Tertribun galian dan longsor	Kondisi tanah lunak/cuaca										
3	PengangkutanTanah Keluar Proyek	Tabrakan antar alat berat	SDM kurang konsentrasi										
4	Pekerjaan Beton Bertulang	Tersengat listrik saat pengecatan	Alat kondisi kurang baik										
5	Pekerjaan Balok Induk 30/50 K.300	dengan vibrator beton											
6	tangga putar besi	Pekerja terkena percikan api las	APD tidak dipakai										
7	Pekerjaan Pasangan (bata, plester, aci)	Pekerja tertimp debu	APD tidak dipakai										
8	Screen talang	Tertimpa talang air	Pekerja bengruan saat bekerja										
PEKERJAAN SANITAIR													
4	1 Biotech septictank kap. 1.2 m3	Material pecah dan menimpa pekerja	Metode pelaksanaan kurang baik			4							
PEKERJAAN POMPA DISTRIBISI													
PENGADAHAN & PEMASANGAN POMPA													
5	1 Penguduan Crane lengkap dengan aksesoris dan Struktur. 3 Ton	Tertimp asap las	APD tidak dipakai			4							
2	Pemasangan Crane lengkap dengan aksesoris dan Struktur. 3 Ton	Crane menimpa pekerja	Kondisi lahan sempit			5							
PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL													
6	1 Instalasi Listrik dan Plumbing	Tersengat arus listrik	SDM kurang konsentrasi			5							
PEKERJAAN LANDSCAPE													
1	Pekerjaan akses jalan	Longsonya galian	Kondisi tanah lunak			5							
2	Pekerjaan drainase	Tertepit precast beton saluran	SDM kurang komunikasi			5							

REKAP VARIABEL 3 RESPONDEN
HASIL RPN

Item Pekerjaan	No	Responden 1			Responden 2			Responden 3			Rekap			RPN
		Severity	Frekuensi	Deteksi	Severity	Frekuensi	Deteksi	Severity	Frekuensi	Deteksi	Severity	Frekuensi	Deteksi	
Pekerjaan Persiapan	1.1	7	1	8	9	1	7	7	1	3	8	1	6	48
	1.2	3	2	8	3	2	5	3	2	3	3	2	5	30
	1.3	1	5	7	1	5	7	1	6	5	1	5	6	30
	1.4	7	4	7	5	2	7	7	6	5	6	4	6	144
Pekerjaan Reservoir	2.1	5	1	7	5	1	7	5	7	1	5	3	5	75
	2.2	8	6	5	10	6	5	10	6	3	9	6	4	216
	2.3	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	6	150
	2.4	4	4	7	4	3	7	4	4	5	4	4	6	96
	2.5	5	3	9	7	1	9	7	2	4	6	2	7	84
Pekerjaan Rumah Pompa	3.1	3	2	7	3	1	7	3	2	5	3	2	6	36
	3.2	5	6	4	5	6	5	5	4	4	5	5	4	100
	3.3	6	6	1	6	6	1	6	4	1	6	5	1	30
	3.4	8	3	1	8	1	1	8	2	1	8	2	1	16
	3.5	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
	3.6	5	4	1	5	4	1	5	5	1	5	4	1	20
Pekerjaan Sanitair	3.7	3	7	3	3	7	3	3	8	3	3	7	3	63
	4.1	1	1	4	1	1	5	1	1	4	1	1	4	4
Pekerjaan Pompa distribusi	5.1	4	2	4	5	2	5	5	2	4	5	2	4	40
Pekerjaan MEP Pekerjaan Landscape, Test and Commissioning	5.2	4	4	5	5	4	7	5	4	5	5	4	6	120
	6.1	8	6	8	8	6	8	8	6	5	8	6	7	336
	7.1	5	5	7	5	7	7	5	5	5	5	6	6	180
	7.2	9	3	7	8	2	7	8	4	5	8	3	6	144

